
BACHELORARBEIT

Herr/Frau

Sebastian Goetze

**Planung eines medien-
technischen Mustersystems mit
integrierten Broadcast-
komponenten**

2015

BACHELORARBEIT

Planung eines medien- technischen Mustersystems mit integrierten Broadcastkomponenten

Autor:
Herr Sebastian Goetze

Studiengang:
Medientechnik

Seminargruppe:
MT11wF-B

Erstprüfer:
Professor Rainer Zschockelt

Zweitprüfer:
Diplom-Ingenieur (FH) Moritz Huth

Einreichung:
Hamburg, 22.01.2015

BACHELOR THESIS

Planning a media technical system for event and meeting rooms

author:
Mr. Sebastian Goetze

course of studies:
Medientechnik

seminar group:
MT11wF-B

first examiner:
Professor Rainer Zschockelt

second examiner:
Diplom-Ingenieur (FH) Moritz Huth

submission:
Hamburg, 22.01.2015

Bibliografische Angaben:

Goetze, Sebastian:

Planung eines medientechnischen Mustersystems mit integrierten Broadcastkomponenten

Planning a media technical system for event and meeting rooms

2015 - 77 Seiten

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2015

Abstract

Die Arbeit stellt die Planung eines medientechnischen Systems für unterschiedliche Anwendungszwecke dar. Intention ist es, ein System zu entwickeln, welches als Mustersystem beinahe jeder Kundensituation angepasst werden kann. Die Planung erfolgt daher auf Basis von deutschland- und europaweiten Ausschreibungen. Aus diesen werden Hauptanforderungen abgeleitet, die sich im System wiederfinden. In einer sich schnell verändernden Welt ist ein Punkt die Zukunftssicherheit. Größere Beachtung finden in dieser Arbeit daher die Technologien HDMI und HDBaseT. Am Ende steht ein technischer Plan, der sowohl bei der Neuplanung von Hörsälen an Hochschulen wie auch bei Veranstaltungsräumen in Unternehmen angewendet werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	XI
1 Einleitung.....	1
2 Ausgeschriebene Anforderungen an eine medientechnische Anlage.....	4
2.1 Echtzeitverhalten.....	4
2.2 Homogenität und Modularität.....	4
2.3 Multiformatfähigkeit.....	5
2.4 HDCP- Unterstützung und EDID- Management.....	6
2.5 Monitoring.....	7
3 Technologien.....	8
3.1 High-Definition Multimedia Interface (HDMI).....	8
3.2 HDBaseT.....	11
3.2.1 Video.....	12
3.2.2 Audio.....	12
3.2.3 Ethernet.....	13
3.2.4 Steuerung.....	13
3.2.5 Stromversorgung.....	13
3.3 Serial Digital Interface (SDI).....	14
3.3.1 Standard Definition Serial Digital Interface (SD-SDI).....	15
3.3.2 High Definition Serial Digital Interface (HD-SDI).....	15
3.3.3 3G- Serial Digital Interface (3G-SDI).....	16
3.4 Crestron DigitalMedia™.....	16
4 Externe Komponenten in einem medientechnischen System.....	17
5 Aufbau der Anlage.....	18
5.1 Eingabe und Übertragung audiovisueller Inhalte.....	19
5.1.1 Rednerpult.....	19
5.1.2 Konferenztisch.....	22
5.1.3 Kamera und Mikrofone.....	24
5.1.4 Medienrack.....	26

5.2 Verarbeitung, Verteilung und Datenmanagement.....	31
5.2.1 Mikrofone.....	31
5.2.2 Zentraleinheit.....	32
5.2.3 Audio- DSP und Verstärker.....	36
5.2.4 Kamerasteuerung und AV-Mischer.....	38
5.3 Wiedergabe, Speicherung und Verbreitung.....	41
5.3.1 Projektion und Beschallung.....	41
5.3.2 Speicherung und Streaming.....	44
5.3.3 Monitoring und Support.....	45
6 Anpassungsmöglichkeiten der Anlage.....	47
7 Kosten.....	50
8 Zusammenfassung.....	53
Literaturverzeichnis.....	XII
Anlagen.....	XVI
Eigenständigkeitserklärung.....	XXIII

Abkürzungsverzeichnis

<i>CEC</i>	<i>Consumer Electronics Control</i>
<i>DM</i>	<i>DigitalMedia</i>
<i>DSP</i>	<i>Digital Signal Processor (Digitaler Signalprozessor)</i>
<i>EDID</i>	<i>Extended Display Identification Data</i>
<i>HD</i>	<i>High Definition</i>
<i>HDCP</i>	<i>High-bandwidth Digital Content Protection</i>
<i>HDMI</i>	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
<i>HEC</i>	<i>HDMI Ethernet Channel</i>
<i>LWL</i>	<i>Lichtwellenleiter</i>
<i>PoDM</i>	<i>Power over DigitalMedia</i>
<i>PoE</i>	<i>Power over Ethernet</i>
<i>RX</i>	<i>Receiver (Empfänger)</i>
<i>SD</i>	<i>Standard Definition</i>
<i>SDI</i>	<i>Serial Digital Interface</i>
<i>TX</i>	<i>Transmitter (Sender)</i>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: HDMI- Stecker Typ A, Foto: D-Kuru, 2007.....	5
Abbildung 2: RJ45- Stecker, Foto: David Monniaux, 2007.....	5
Abbildung 3: BNC- Konnektor, Foto: Swift.Hg, 2013.....	14
Abbildung 4: Skizze eines Veranstaltungsraumes auf Basis Studio B der Hochschule Mittweida, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	18
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Signalwege am Rednerpult, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	19
Abbildung 6: AV-Transmitter DM-TX-401-C, Quelle: Crestron, 2014.....	20
Abbildung 7: AUD-EXT-100, Quelle: Crestron, 2014.....	21
Abbildung 8: Darstellung der Verkabelung am Konferenztisch, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	22
Abbildung 9: Tischanschlussfeld FT-600 in zuvor beschriebener Konfiguration, Quelle: Crestron FlipTop- Konfigurator unter http://bit.ly/1zMCAeR , 2014.....	23
Abbildung 10: TSW-1050, Quelle: Crestron, 2014.....	23
Abbildung 11: Verkabelungsplan der drei Dome- Kameras, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	24
Abbildung 12: Panasonic HD-SDI PTZ- Domekamera AW-HE120, Quelle: Panasonic, 2015.....	25
Abbildung 13: Sennheiser Handmikrofon SKM 100 mit Empfänger EM 100, Quelle: Sennheiser, 2014.....	25
Abbildung 14: Sennheiser Ansteckmikrofon mit Taschensender SK 100 und Empfänger EM 100, Quelle: Sennheiser, 2014.....	25
Abbildung 15: Mögliches Layout des Medienracks, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	26
Abbildung 16: Verkabelung Medienrack, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	26
Abbildung 17: Schaltbare Stromleiste Gude EPC-8212, Quelle: Gude, 2014.....	27
Abbildung 18: NewHank BDP-620, Quelle: NewHank, 2014.....	27
Abbildung 19: Tascam CD-200SB, Quelle: Tascam, 2014.....	28
Abbildung 20: Technisat Technibox K2 CP, Quelle: Technisat, 2014.....	28

Abbildung 21: Lokale Steuereinheit MPC-M25, Quelle: Crestron, 2014.....	29
Abbildung 22: Beispiel für die Beschriftung des MPC-M25, Quelle: Crestron/eigene Darstellung, 2014.....	29
Abbildung 23: HDBaseT- Übertragungsstrecke HD-EXT4-C bestehend aus HD-TX4-C und HD-RX4-C, Quelle: Crestron, 2014.....	30
Abbildung 24: Gesamtansicht der Mikrofonstrecken für die Referenten, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	31
Abbildung 25: Signalfluss Pultmikrofone, Quelle: eigene Darstellung , 2014.....	32
Abbildung 26: Crestron DMPS3-300-C, Quelle: Crestron, 2014.....	32
Abbildung 27: Anschlussmöglichkeiten an der DMPS3-300-C, Quelle: Crestron, 2014.....	34
Abbildung 28: Verkabelung von Audio- DSP und Verstärker, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	37
Abbildung 29: Audio- DSP BiAmp Nexia CS, Quelle: http://bit.ly/1Bh6SK2 , aufgerufen am 28.12.2014 um 11.11 Uhr.....	37
Abbildung 30: Verstärker AUDAC SMA350, Quelle: AUDAC, 2014.....	38
Abbildung 31: Verschaltung der Komponenten Kamerasteuerung, AV- Mischer und Interface für Aufzeichnung/ Streaming, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	39
Abbildung 32: Panasonic AW-RP50, Remote- Kamera- Kontrolleinheit, Quelle: Panasonic, 2015.....	39
Abbildung 33: AV- Mischer Roland VR-50HD, Quelle: Roland Systems Group, 2014..	40
Abbildung 34: Rückansicht des AV- Mixers VR-50HD, Quelle: Roland Systems Group, 2014.....	41
Abbildung 35: Wiedergabestrecke des Video- Signals, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	42
Abbildung 36: Hellraumprojektor EIKI EIP-HDT30, Quelle: EIKI, 2014.....	43
Abbildung 37: Skalierer Crestron DM-RMC-Scaler-C, Quelle: Crestron, 2014.....	44
Abbildung 38: Lautsprecher JBL EON 305, Quelle: AudioPro, 2014.....	44
Abbildung 39: Verkabelung der Lautsprecher, Quelle: eigene Darstellung, 2014.....	45
Abbildung 40: Capture HD von Crestron für Streaming und Speicherung, Quelle: Crestron, 2014.....	45

Abbildung 41: Rückansicht mit Anschlüssen des Crestron Capture HD Pro, Quelle: Crestron, 2014.....	45
Abbildung 42: Beispielhafte Darstellung einer Raumübersicht in Fusion, Quelle: Crestron, 2014.....	47
Abbildung 43: Kabeldurchlass Crestron Connect it- Serie, Quelle: Crestron, 2014.....	48
Abbildung 44: DigitalMedia™ Card Interface mit DigitalMedia™ Card- CAT, Quelle: Crestron/ eigene Darstellung, 2014.....	49
Abbildung 45: DigitalMedia- Matrix DM-MD16x16 (beispielhafte Bestückung), Quelle: Crestron/ eigene Darstellung, 2014.....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versionen von HDMI mit ausgewählten Spezifikationen.....	10
Tabelle 2: HDMI- Pinbelegung.....	11
Tabelle 3: Liste der Eingangsschnittstellen der DMPS3-300-C.....	33

1 Einleitung

Medientechnische Systeme gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Sie sind heute aus keinem Konferenzraum eines großen Industriekonzerns mehr wegzudenken. Oder aus einem Besprechungsraum eines Kreditinstituts. Oder aus einem Hörsaal einer Hochschule.

Stellen Sie sich vor, sie halten eine Präsentation zum Beispiel in einem Unternehmen. Das Notebook mit Ihrer Präsentation stecken Sie an einem entsprechenden Anschluss an. Anschließend drücken Sie auf einem Touchpanel einen virtuellen Knopf mit der Aufschrift „Anlage einschalten“. Dieser Knopfdruck genügt und es fährt der Projektorlift aus der Decke, der Projektor schaltet sich ein. Gleichzeitig kommt auch eine Leinwand herab. Auf dieser erscheint wenig später das Präsentationsbild. Das Mikrofon am Rednerpult aktiviert sich und das Licht wird gedimmt. Sie als Vortragender stehen allein in einem Lichtkegel und beginnen Ihre Präsentation.

Für diese Arbeit wird das beschriebene Szenario erweitert.

Angenommen, die Anlage aus dem Beispiel ist multifunktional im Einsatz. Am gleichen Tag gibt es noch eine Pressekonferenz zu einem neuen Produkt des Unternehmens im selben Raum. Sie sitzen mit drei der wichtigsten Personen auf dem Podium und beantworten die Fragen der Journalisten. Dafür sind drei Mikrofone im Einsatz und die Veranstaltung wird mit Kameras aufgezeichnet und ins Intranet des Unternehmens gestreamt. Vielleicht gibt es am Abend noch eine Abendveranstaltung mit Musik. Die Anlage dient dort lediglich zur Steuerung der Raumfunktionen Licht, Verdunklung und Klima.

Diese Arbeit beschreibt die Planung einer solchen multifunktionalen Anlage anhand von Kundenanforderungen. Als Ausgangspunkt dienen vier bundes- bzw. europaweit ausgeschriebene medientechnische Projekte. Die Ausschreibung Bau 1: Auditorium LaRoche Basel beinhaltet die Ausstattung eines Auditoriums für verschiedenste Nutzungsmöglichkeiten:

„Die definierte Hauptnutzung sind Vorträge mit begleitender „Powerpoint“ Präsentation. Mögliche Szenarien sind zudem Mitarbeiterversammlungen, Podiumsdiskussionen mit Publikumsfragen sowie Videokonferenzen.

Weiterhin werden diese Veranstaltungen häufig als Web-Broadcast weltweit in das LaRoche Intranet übertragen.“¹

Im Projekt Neubau Gesundheitscampus Nordrhein-Westfalen sollen „die ca. 60 geplanten Hörsäle und Seminar-, Beobachtungs-, Praxis-, Konferenzräume und weiteren näher beschriebenen Räume und Bereiche [...] mit medientechnischen und elektroakustischen Anlagen auf dem aktuellen Stand der Technik ausgestattet werden.“²

Auch die Leuphana- Universität Lüneburg plant einen Neubau mit Auditorium, welches medientechnisch ausgestattet werden soll:

„Das neue Zentralgebäude – eine Gebäudegruppe mit Auditorium Maximum, Forschungs- und Seminarzentren sowie Studierendeneinrichtungen, wie Foyer und Café, sowie Multifunktions- und Ausstellungsflächen – ist der Kern der Umgestaltung des Universitätsgeländes.“³

In der letzten Ausschreibung, Harmonisierung der Medientechnik bei der Kreditbank für Wiederaufbau (KfW), sollen bestehende Anlagen vereinheitlicht werden:

„Aufgabe ist die Teilerweiterung und Harmonisierung der medientechnischen Ausstattung der KfW Bankengruppe an den Standorten Frankfurt, Berlin und Bonn. Diese Harmonisierung der Medientechnik umfasst die Steuerungs- und Signalübertragungskomponenten. [...] Im Rahmen dieser Harmonisierung sollen alle Verarbeitungsparameter für alle Räume und Standorte angeglichen werden.“⁴

Der Autor definiert bei seiner Planung drei Schritte. Im ersten Schritt werden, von den zuvor genannten Ausschreibungen ausgehend, allgemeine Anforderungen an ein medientechnisches System formuliert. Diese finden sich im weiteren Verlauf der Arbeit in den eingesetzten Technologien (Schritt 2) und den genutzten Komponenten (Schritt 3) wieder. Ergebnis dieser Arbeit ist ein funktionsfähiges und multifunktional einsetzbares medientechnisches System für kleine und große Veranstaltungsräume jeglicher Art.

1 DREES&SOMMER (2013): Bau 1: Auditorium LaRoche Basel, S.4

2 Erben Elektronische Medien (2014): Ausschreibung Gesundheitscampus NRW, S.5

3 Ingenurbüro emutec GmbH (2014): Ausschreibung Leuphana- Universität Lüneburg, S.5

4 hmpartner (2014): Ausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Harmonisierung der Medientechnik, S.4

Der Verfasser stützt sich bei seiner Planung auf medientechnische Komponenten der US-amerikanischen Firma Crestron Electronics Inc. Diese Tatsache stellt keinerlei Wertung des Verfassers gegenüber Produkten anderer Hersteller dar.

2 Ausgeschriebene Anforderungen an eine medientechnische Anlage

Wie in der Einleitung beschrieben, gibt es ein breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten von medientechnischen Anlagen. Daraus resultieren auch unterschiedliche Anforderungen an die verwendete Technik innerhalb des Gesamtsystems. Allerdings gibt es nach der Analyse mehrerer Ausschreibungen durchaus Anforderungen, die sich wiederholen. Diese können als übergeordnete Anforderungen betrachtet werden.

2.1 Echtzeitverhalten

Ein deutsches Sprichwort lautet: "Nichts ist so alt wie die Zeitung von gestern."⁵ Überträgt man dieses Zitat auf das Verhalten einer medientechnischen Anlage ist klar: Nichts ist so alt wie die Rückmeldung von vor einer Minute. Man möchte sofort sehen, was passiert wenn ein Knopf gedrückt wird. Schon eine Wartezeit von Sekunden oder gar Minuten führt beim Nutzer zu einer Irritation und er drückt den Knopf noch einmal, da ja scheinbar nichts passiert. Dies kann Fehler verursachen und den Betrieb der Anlage nachhaltig stören. Daher findet man in Ausschreibungen diese oder ähnliche Formulierungen:

„Zu liefern ist ein sogenanntes echtzeitfähiges System. Latenzzeiten größer als 0,3s sind auf Grund der Anforderungen nicht akzeptabel.“⁶

2.2 Homogenität und Modularität

„Für die Bild- und Tonübertragung ist ein homogenes, modulares System einzusetzen.“⁷ Homogenität wird auf zwei Arten gesehen. Zum einen in Hinblick auf die Signalübertragung. Auf kurzen Distanzen hat sich die Übertragung per HDMI durchgesetzt. Auf längeren Strecken wird heute die Übertragung über Kat-Leitungen (auch: Cat-

⁵ <http://bit.ly/16is9Ka>, aufgerufen am 13.12.2014 13.53 Uhr

⁶ hmpartner (2014): Ausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Harmonisierung der Medientechnik, S.8; vgl. Ingenurbüro emutec GmbH (2014): Ausschreibung Leuphana- Universität Lüneburg, S.20

⁷ hmpartner (2014): Ausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Harmonisierung der Medientechnik, S.9; vgl. Ingenurbüro emutec GmbH (2014): Ausschreibung Leuphana- Universität Lüneburg, S.22; vgl. Erben Elektronische Medien (2014): Ausschreibung Gesundheitscampus NRW, S.7

Leitungen) mit RJ45-Steckverbindern oder über Lichtwellenleiter (LWL) bevorzugt.⁸ Ausgehend von HDMI wurde der Standard HDBaseT entwickelt, der es erlaubt, ein HDMI-Signal über die zuvor erwähnten Kat-Leitungen oder über LWL zu übertragen. Dazu mehr im Abschnitt 3.2.



Abbildung 1: HDMI-Stecker Typ A,
Foto: D-Kuru, 2007

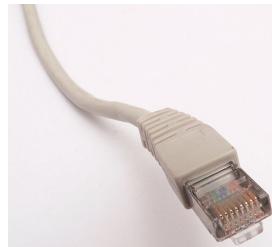


Abbildung 2: RJ45-Stecker,
Foto: David Monniaux, 2007

Weiter sind in einem homogenen System „[...] Komponenten eines Herstellers zu verwenden.“ (Erben Elektronische Medien 2014, S.6) Das vereinfacht die Konfiguration des Gesamtsystems und ermöglicht die Modularität. In einer sich ständig verändernden Welt, ändern sich auch die Nutzeranforderungen an eine medientechnische Anlage. Modular aufgebaute Anlagen sind flexibel. Sie können jederzeit erweitert oder verkleinert werden.⁹ Bei Komponenten des selben Herstellers wird dies erleichtert, da Schnittstellen und Protokolle bereits bekannt sind. In der Programmierung können zum Beispiel zukünftige Komponenten bereits integriert sein, ohne dass sie physisch vorhanden sind.

2.3 Multiformatfähigkeit

Eine Herausforderung der Medientechnik ist die Formatvielfalt. Während im Broadcastbereich der SDI-Standard das Maß aller Dinge ist (s. Abschnitt 3.3), muss in der Medientechnik die AV- und die Computerwelt zusammengeführt werden. Diverse digitale Videosignale wie HDMI, DVI, Displayport und eben SDI müssen von der Medientechnik ebenso verarbeitet werden wie die Analogen in Form von VGA, Composite, S-Video und Y/C. Ähnlich sieht es im Audiobereich aus. In Ausschreibungen

⁸ vgl. Ingenurbüro emutec GmbH (2014): Ausschreibung Leuphana- Universität Lüneburg, S.22; vgl. Erben Elektronische Medien (2014): Ausschreibung Gesundheitscampus NRW, S.6; hmpartner (2014): Ausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Harmonisierung der Medientechnik, S.9

⁹ vgl. hmpartner (2014): Ausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Harmonisierung der Medientechnik, S.8; vgl. Ingenurbüro emutec GmbH (2014): Ausschreibung Leuphana- Universität Lüneburg, S.21; vgl. DREES&SOMMER (2013): Ausschreibung Hoffmann-La Roche AG, S.6

werden entweder alle Audio- und Videoformate genannt¹⁰ oder nur jene abgebildet, die tatsächlich für den jeweiligen Anwendungsfall eine Rolle spielen¹¹.

2.4 HDCP- Unterstützung und EDID- Management

HDCP ist ein von der Intel Corporation entwickelter Kopierschutz für digitale Audio- und Videoinhalte über DVI, HDMI und Displayport.¹² Bei aktivem HDCP ist es nur einer vorgegebenen Anzahl von Endgeräten gestattet auf den verschlüsselten Content zuzugreifen. Die Endgeräte selbst müssen ebenfalls HDCP- konform sein um die Inhalte darstellen zu können. Eine medientechnische Anlage muss in der Lage sein die HDCP- Schlüssel (wird vergeben bei Anschluss des Gerätes) zu kontrollieren und zu verwalten. Das heißt: Ist die maximale Anzahl an Endgeräten erreicht, muss das System verhindern, dass ein weiteres Gerät auf den geschützten Content zugreifen kann. Auch muss es dafür Sorge tragen, dass kein Gerät, welches nicht HDCP- konform ist, die Inhalte nutzt. Mitunter geben Quellen an, dass sie HDCP nutzen ohne einen geschützten Content auszugeben. Das kann zu Problemen führen, gerade wenn etwas aufgezeichnet werden soll. Ein Beispiel: Ein Professor gibt eine Vorlesung an einer Hochschule. Er möchte seine Vorlesung aufzeichnen, um sie später den Studenten zur Verfügung zu stellen. Der Rekorder ist nicht HDCP- konform. Der Professor gibt über seinen Laptop eine PowerPoint- Präsentation ohne Video- oder Audioinhalte wieder. Hierbei handelt es sich um keinen geschützten Content. Sein PC über den er die Präsentation wiedergibt, schützt den Inhalt aber mittels HDCP, da er die Rückmeldung vom System erhalten hat, dass dieses HDCP- konform ist. Damit wird verhindert, dass der Professor seine Vorlesung aufzeichnen kann. Dieses Szenario findet besonders bei Produkten der Firma Apple Inc. Anwendung. Für einen solchen Fall muss es möglich sein, HDCP im medientechnischen System, zum Beispiel an einem Transmitter, zu deaktivieren.

Ein weiteres Thema ist das Management von EDID- Daten. EDID wurde von der Video Electronics Standards Association (VESA) entwickelt und als Version 1.0 im Jahr 1994 eingeführt.¹³ EDID- Daten kommen von einer Bildsenke. Das kann ein Display oder ein

10 vgl. hmpartner (2014): Ausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Harmonisierung der Medientechnik, S.7

11 vgl. Ingenurbüro emutec GmbH (2014): Ausschreibung Leuphana- Universität Lüneburg, S.23;
vgl. Erben Elektronische Medien (2014): Ausschreibung Gesundheitcampus NRW, S.6

12 vgl. <http://bit.ly/1BKjexX>, aufgerufen am 14.12.2014 11.22 Uhr

13 vgl. <http://bit.ly/1zj1oig>, aufgerufen am 13.12.2014 15.55 Uhr

Projektor sein. Die Senke übermittelt dem System seine möglichen Auflösungen und Bildwiederholraten. Das System gibt diese dann an die Quelle weiter. Die Quelle kann dann die bestmögliche Auflösung ausgeben und die Darstellung wird fehlerfrei wiedergegeben.¹⁴ Eine medientechnische Anlage muss als Schnittstelle zwischen Quelle und Senke die EDID- Daten verwalten und Kommunikation zwischen beiden Seiten sicherstellen.

2.5 Monitoring

Eine Hauptforderung ist das Monitoring des medientechnischen Systems durch Supportmitarbeiter des Kunden. „Fernwartung und Fernsteuerung ist ohne Einschränkung zu realisieren.“ (hmpartner 2014, S.8), so zum Beispiel der Wortlaut in der Ausschreibung Harmonisierung der Medientechnik bei der Kreditbank für Wiederaufbau. Zu den Standardfunktionen des Monitorings einer medientechnischen Anlage gehören die Online-/Offlinemeldungen der einzelnen Komponenten sowie der Status ob die Anlage ein- oder ausgeschaltet ist. Auch das Anzeigen von Fehlermeldungen und Warnhinweisen (z.B. Temperaturwarnungen von Projektoren) werden realisiert. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an weiteren Supportmöglichkeiten, die individuell mit dem Kunden abgestimmt werden müssen.

¹⁴ vgl. <http://bit.ly/1zj1oig>, aufgerufen am 13.12.2014 15.55 Uhr

3 Technologien

Wie unter Punkt 2.2 erwähnt, hat sich der Standard HDMI im Bereich der Medientechnik etabliert. Davon ausgehend wurde HDBaseT entwickelt, um HDMI-Signale über lange Strecken über Kat-Leitungen zu übertragen. Dieses Kapitel stellt u.a. beide Technologien vor.

3.1 High-Definition Multimedia Interface (HDMI)

HDMI wurde von den 7 Unternehmen Hitachi, Matsushita, Philips, Silicon Image, Sony, Thomson und Toshiba gemeinsam entwickelt. Am 9. Dezember 2002 wurden die Spezifikationen für den HDMI-Standard 1.0 herausgegeben.

„High Definition Multimedia Interface® (HDMI) technology is the global standard for connecting HDTVs to home theater equipment, PCs, Blu-ray players, and more. It combines uncompressed high-definition video, multi-channel surround audio, and intelligent system control data into a high-speed interface that provides crystal-clear digital quality over a single cable.“¹⁵

Davon ausgehend beschreibt der Mitentwickler Silicon Image HDMI als weltweiten Standard für die Verbindung von HDTV-Wiedergabegeräten mit Heimertainment-Systemen, Computern, Bluray-Playern und weiteren Geräten. Der Standard kombiniert laut Silicon Image die Übertragung von unkomprimierten, hochauflösenden Videoinhalten, Mehrkanal-Surround-Ton und Systemdaten über ein einziges Kabel.

Über HDMI können Geräte mittels Consumer Electronics Control (CEC) bedient werden. Bei CEC werden universelle Infrarotbefehle wie sie bei Fernbedienungen genutzt werden, über das HDMI-Kabel auf dem Pin 13 transportiert und an das entsprechende Endgerät übergeben.¹⁶

Seit der noch heute genutzten Version 1.4, ist in HDMI ein Kanal für Ethernet implementiert. Die HDMI Ethernet Channel-Funktion (HEC) verfügt über eine Datenrate von

¹⁵ <http://bit.ly/1ojiF8K>, aufgerufen am 14.12.2014 11.36 Uhr

¹⁶ <http://bit.ly/1uMt8eA>, aufgerufen am 14.12.2014 12.16 Uhr

100 Mbit/s. Auf diese Weise wird Endgeräten ermöglicht, sich direkt mit dem Internet zu verbinden, ohne dass es eines separaten Kabels bedarf.¹⁷

Versionsnummer	Jahr	Video	Ton	Maximale Datenrate	Farben	Sonstige Funktionen
1.0	2002	maximal 1080p60	8-Kanal PCM, MPEG, Dolby Digital, DTS	4,95 Gb/s (Typ A)	24 Bit (16,7 Millionen)	keine
1.1	2004	maximal 1080p60	wie 1.0, zusätzlich DVD-Audio	4,95 Gb/s (Typ A)	24 Bit (16,7 Millionen)	keine
1.2	2005	maximal 1080p60	wie 1.1, zusätzlich SACD	4,95 Gb/s (Typ A)	24 Bit (16,7 Millionen)	keine
1.2a	2005	maximal 1080p60	wie 1.2	4,95 Gb/s	24 Bit (16,7 Millionen)	CEC, AV.Link
1.3	2006	maximal 1440p60	8-Kanal PCM, MPEG, Dolby Digital, DTS, DVD-Audio SACD, Dolby Digital Plus, dts-HD, True HD	10,2 Gb/s	bis 48 Bit (Deep Colour)	CEC AV.Link Audio-Video-Synchronisation (Lip-Sync)
1.3a/b/c	2006	maximal 1440p60	wie 1.3	10,2 Gb/s	bis 48 Bit (Deep Colour)	CEC AV.Link Lip-Sync 3D-Unterstützung (nicht standardisiert)
1.4	2009	maximal 2160p24 (Auflösungen bis 4k mit Bildwiederholraten bis 120 Hz)	8-Kanal PCM, MPEG, Dolby Digital, DTS, DVD-Audio SACD, Dolby Digital Plus, dts-HD, True HD	10,2 Gb/s	bis 48 Bit (Deep Colour)	CEC AV.Link Lip-Sync 3D (nicht standardisiert) ARC (Audio Return Channel) HEC

¹⁷ <http://bit.ly/1yPBp4a>, aufgerufen am 14.12.2014 12.33 Uhr

1.4a	2010	maximal 2160p24 (Auflösungen bis 4k mit Bildwiederholraten bis 120 Hz)	wie 1.4	10,2 Gb/s	bis 48 Bit (Deep Colour)	wie 1.4 aber 3D standardisiert
2.0	2013	Maximal 2160p60 (Auflösungen bis 4k mit Bildwiederholraten bis 120 Hz)	8-Kanal PCM, MPEG, Dolby Digital, DTS, DVD-Audio SACD, Dolby Digital Plus, dts-HD, True HD	18 Gb/s	bis 48 Bit (Deep Colour)	CEC AV.Link Lip-Sync 3Dstandardisiert) ARC (Audio Return Channel) HEC

Tabelle 1: Versionen von HDMI mit ausgewählten Spezifikationen¹⁸

Kern der Übertragung von Audio- und Videoinhalten bei HDMI sind die Transition Minimized Differential Signalling (TMDS)- Daten. TMDS wurde von Silicon Image entwickelt. Die Technologie nutzt vier Kanäle: Rot, Grün, Blau und Clock.¹⁹ Audio wird im Bildsignal eingebettet übertragen.

Pin	Signal
1	TMDS Data 2 +
2	TMDS Data 2 Shield
3	TMDS Data 2 –
4	TMDS Data 1 +
5	TMDS Data 1 Shield
6	TMDS Data 1 –
7	TMDS Data 0 +

¹⁸ Zusammengetragen aus: IDC (2006): Whitepaper. HDMI™:The Digital Display Link, S.5, <http://bit.ly/14DXd60>, aufgerufen am 10.01.2015 um 9:12 Uhr; Steve Venuti (2009): Introducing HDMI 1.4 Specification Features, S.28, <http://bit.ly/1l6XAos>, aufgerufen am 10.01.2015 um 9:14 Uhr; <http://bit.ly/1BLDONk>, aufgerufen am 10.01.2015 um 9:17 Uhr; <http://bit.ly/1sh4Ytk>, aufgerufen am 10.01.2015 um 9:18 Uhr; <http://bit.ly/1xOtsef>, aufgerufen am 10.01.2015 um 9:24 Uhr

¹⁹ <http://bit.ly/1w5WF3y>, aufgerufen am 14.12.2014 13.04 Uhr

8	TMDS Data 0 Shield
9	TMDS Data 0 –
10	TMDS Clock +
11	TMDS Clock Shield
12	TMDS Clock –
13	CEC
14	N/C (Reserved)
15	SCL
16	SDA
17	DDC/CEC Ground
18	+ 5 V Power
19	Hot Plug Detect

Tabelle 2: HDMI- Pinbelegung²⁰

3.2 HDBaseT

„HDBaseT is a connectivity standard for whole-home and commercial distribution of uncompressed HD multimedia content. The cornerstone of HDBaseT technology is 5Play™, a feature set that converges uncompressed full HD digital video, audio, 100BaseT Ethernet, power over cable and various control signals through a single LAN cable.“²¹

Der Erklärung der 2010 gegründeten HDBaseT- Vereinigung folgend, ist HDBaseT ein Verbindungsstandard für die Übertragung von unkomprimierten, hochauflösenden Videoinhalten. Ausgangspunkt für die HDBaseT- Technologie ist 5Play. 5Play beinhaltet die Eigenschaften Audio, Video, Stromversorgung, Steuerung und Internet. HDBaseT gelingt die Übertragung der 5Play- Eigenschaften über eine einzige Kat- Leitung.

²⁰ <http://bit.ly/1uMt8eA>, aufgerufen am 14.12.2014 12.08 Uhr

²¹ <http://bit.ly/1yNpUW5>, aufgerufen am 14.12.2014 13.31 Uhr

An dieser Stelle sollen die 5Play- Eigenschaften im HDBaseT- Standard einmal näher erläutert werden.

3.2.1 Video

„HDBaseT delivers full HD / 3D and 2K / 4K uncompressed video to a network of devices or to a single device (point-to-point). Since the video is passed through the HDMI chipset, HDBaseT supports all key HDMI 1.4 features, including EPG, CEC, EDID, and HDCP. The unique video-coding scheme ensures the highest video quality at zero latency.“²²

Dieser Aussage der HDBaseT- Vereinigung zufolge überträgt HDBaseT unkomprimierte Videoinhalte in voller HD-/ 3D-/ 2k- und 4k- Auflösung zu einem oder mehreren Endgeräten. Durch den HDMI- konformen Chipsatz in Sender und Empfänger unterstützt HDBaseT alle Eigenschaften von HDMI 1.4 inklusive EPG (Electronic Program Guide), CEC, EDID und HDCP. Aufgrund des einheitlichen Kodierungsprozesses wird die höchste Videoqualität bei kleinster Latenzzeit erreicht.

Valens, ein Gründungsunternehmen der HDBaseT- Vereinigung, formuliert die Videoeigenschaften in seiner Präsentation ähnlich:

„HDBaseT supports TV and PC video formats including standard, enhanced, high-definition and 3D video, as well as all standard audio formats.“²³

3.2.2 Audio

„HDBaseT audio is also passed through directly from the HDMI chipset. HDBaseT audio supports all standard formats, including Dolby Digital, DTS, Dolby TrueHD, and DTS HD-Master Audio.“²⁴

Audio wird bei HDBaseT laut der Aussage der HDBaseT- Vereinigung wie Video ohne Bearbeitung vom Transmitter übergeben. Unterstützt werden alle standardisierten

22 <http://bit.ly/1yNpUW5>, aufgerufen am 14.12.2014 13.54 Uhr

23 <http://bit.ly/1vObK4W>, aufgerufen am 14.12.2014 14.03 Uhr

24 <http://bit.ly/1yNpUW5>, aufgerufen am 14.12.2014 14.14 Uhr

Audioformate, inklusive der Mehrkanalformate Dolby Digital, DTS, Dolby TrueHD und DTS HD-Master Audio.

3.2.3 Ethernet

„HDBaseT supports 100Mb Ethernet, enabling communication between televisions, sound systems, computers, and other CE devices as well as access to any stored multimedia content (such as music or video streaming).“²⁵

Der oben genannten Formulierung folgend unterstützt HDBaseT eine Ethernet-Verbindung mit 100 Mbit/s. Über die Verbindung wird eine Kommunikation zwischen TV- Geräten, Audiosystemen, Computern und anderen Consumergeräten unterstützt. Auch der Zugriff auf gespeicherte Multimediainhalte wie Musik oder Videos ist möglich.

3.2.4 Steuerung

„HDBaseT enables multiple control signals for multiple purposes: Consumer Electronic Controls (CEC), Recommended Standard (RS)-232, USB, and infrared (IR). IP control is also enabled due to the support of an Ethernet channel.“²⁶

Laut HDBase- Vereinigung können diverse Steuerungssignale wie CEC, RS-232, USB und Infrarot übertragen werden. Auch die Steuerung über IP ist möglich sofern das Endgerät dies unterstützt.

3.2.5 Stromversorgung

„Up to 100W of DC power can also be delivered over the same CAT5e/6 cable. This major aspect of 5Play provides the freedom to place equipment where you want it and not where an available power source happens to be installed.“²⁷

25 <http://bit.ly/1yNpUW5>, aufgerufen am 14.12.2014 14.19 Uhr

26 <http://bit.ly/1yNpUW5>, aufgerufen am 14.12.2014 14.25 Uhr

27 <http://bit.ly/1yNpUW5>, aufgerufen am 14.12.2014 14.31 Uhr

Eine Stromversorgung bis zu einer Leistung von 100 Watt bei Gleichstrom können über eine Kat- Leitung der Spezifikationen 5e und 6 gewährleistet werden. Weiter heißt es von der HDBaseT- Vereinigung, dass dieser Hauptaspekt der 5Play- Eigenschaften die Freiheit gewährleistet, die Geräte dort zu platzieren wo der Nutzer es möchte, nicht wo es die Elektroinstallation zulässt. Valens spricht hier von einer „[...] greater mobility“ (Valens 2011, S.3) - einer größeren Mobilität.

3.3 Serial Digital Interface (SDI)

SDI ist der Standard im Broadcastbereich und wird von Rundfunkanstalten in der ganzen Welt genutzt. Heute sind drei Arten in der Anwendung, die von der Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) spezifiziert sind. Die SDI- Standards nutzen zur Übertragung von Audio- und Videosignalen Koaxialkabel mit BNC- Konnektoren bei einer Impedanz von 75 Ohm.²⁸ Auch die Übertragung über Lichtwellenleiter ist möglich und gesondert von der SMPTE spezifiziert.



Abbildung 3: BNC- Konnektor, Foto: Swift.Hg, 2013

Im Allgemeinen ist das Signal ein 10- Bit- Komponentensignal (Y , C_R , C_B) mit einem Farbsubsampling von 4:2:2.²⁹ Im Signal können 16 Audiokanäle und weitere Daten wie Timecode mittransportiert werden.³⁰ Unterschiede in den Standards finden sich in der möglichen zu übertragenden Auflösung und daraus resultierend in der Datenrate.

28 SMPTE (2008): SDTV Digital Signal/Data - Serial Digital Interface, S.5

29 vgl. vgl. Andreas Vogel/Peter Effenberg (2009): Handbuch HD- Produktion, S.21ff.

30 vgl. Andreas Vogel/Peter Effenberg (2009): Handbuch HD- Produktion, S.36

3.3.1 Standard Definition Serial Digital Interface (SD-SDI)

„This standard describes a 10-bit serial digital interface operating at 143/270/360 Mb/s. The serial interface may carry uncompressed SDTV signals, or data.“³¹

Nach SMPTE beschreibt der SD-SDI- Standard eine serielle, digitale Schnittstelle. Sie arbeitet mit 10 Bit und einer Datenrate von wahlweise 143/270/360 Mbit/s, wobei in der Regel 270 Mbit/s genutzt wird. Die Schnittstelle transportiert unkomprimierte Fernsehsignale in der Auflösung Standard Definition. SD-SDI ist spezifiziert in der SMPTE-259M. Eine Übertragung mittels Koaxialkabel ist im günstigsten Fall bis 300m möglich.³² Heute haben HD-SDI und seine Erweiterungen eine zunehmende Bedeutung.

3.3.2 High Definition Serial Digital Interface (HD-SDI)

„This standard defines a bit-serial data structure and the coaxial cable interface specifications for 1.5 Gb/s [nominal] Signal/Data Serial Interface to carry either 1280x720, 1920x1080 or 2048x1080 active pixel formats [...].“³³

Der Spezifikation zufolge definiert der Standard eine Daten- Struktur für eine serielle 1,5 Gbit/s Signal/Daten- Schnittstelle. Weiter enthält sie Kenndaten für eine entsprechende Koaxialkabelverbindung. Die Norm gilt für die Übertragung von Inhalten mit einer Auflösung von 1280x720, 1920x1080 oder 2048x1080 aktiven Pixeln.

Die HD-SDI- Schnittstelle nach SMPTE-292M arbeitet mit einer Datenrate von 1,485 Gbit/s.³⁴ Aufgrund der Datenrate ist HD-SDI auf die High Definition- Systeme 720p50, 1080i50 und 1080p25 begrenzt.³⁵ Zur Übertragung von Full HD/ 1080p50- Inhalten wurde der Standard SMPTE-372M spezifiziert. Darin wird Dual Link HD- SDI beschrieben, d.h. die Aufsplittung des Full HD- Signals in zwei HD-SDI- Signale und Übertragung über 2 Leitungen bei einer Gesamtdatenrate von 2,970 Gbit/s.³⁶

31 SMPTE (2008): SDTV Digital Signal/Data - Serial Digital Interface, S.3; SMPTE 259M-2008

32 vgl. Andreas Vogel/Peter Effenberg (2009): Handbuch HD- Produktion, S.36

33 SMPTE (2012): 1.5 Gb/s Signal/Data Serial Interface, S.3; SMPTE ST 292-1:2012

34 SMPTE (2012): 1.5 Gb/s Signal/Data Serial Interface, S.4; SMPTE ST 292-1:2012

35 EBU (2010): EBU-Tech 3299: High Definition (HD) - Image Formats for Television Production, S.5 und S.9

36 SMPTE (2002): Dual Link 292M Interface for 1920 x 1080 Picture Raster, S.1; SMPTE 372M-2002

3.3.3 3G- Serial Digital Interface (3G-SDI)

Zur Übertragung von Full HD- Signalen (1080p50) über eine Leitung wurde der Standard SMPTE-424M entwickelt. Wie Dual Link HD-SDI wird mit einer Datenrate von 2,970 Gbit/s gearbeitet.³⁷ Aktuell wird über größere Auflösungen als HDTV gesprochen. Für z.B. 4k- Signale (4x HDTV) ist in der Richtlinie SMPTE-425M-3 die Erweiterung Quad- Link- 3G-SDI spezifiziert.³⁸ Darin wird die Übertragung von 4k- Signalen über vier Leitungen beschrieben.

3.4 Crestron DigitalMedia™

Nach Aussage des Herstellers Crestron Electronics Inc. ist Crestron DigitalMedia™ „weltweit das einzige homogene System, welches analoge und digitale Bild- und Tondaten sowie Steuerdaten über CAT- Leitungen oder Glasfaserleitungen im Multi- oder Singlemode in Echtzeit und ohne Komprimierung übertragen kann.“ (Crestron (2014): Endkundenbroschüre DigitalMedia, <http://bit.ly/13IPsuY> aufgerufen am 26.12.2014, 11.04 Uhr)

Die DigitalMedia- Technologie deckt somit ein Großteil der Kundenanforderungen ab. Sie beinhaltet ebenfalls die HDBaseT- Technologie zur Übertragung der AV- Inhalte, was es ermöglicht, jeden Transmitter direkt mit einem HDBaseT- fähigen Wiedergabegerät zu verbinden. In der Regel trägt jedes Gerät, das diese Möglichkeit bietet, die Aufschrift „Crestron connected“.

Neben AV- und Steuerdaten kann Crestron DigitalMedia™ die Transmitter mit Strom versorgen. Das sogenannte Power-over-DigitalMedia (PoDM) basiert auf den Power-over-Ethernet (PoE)- Standard IEEE 802.3af Class 3. Der Standard erlaubt die Versorgung von Geräten mit einer Leistung bis zu 12,95 Watt.³⁹ Um PoDM einspeisen zu können ist allerdings bei einigen Geräten ein separates Netzteil erforderlich.

37 vgl. Andreas Vogel/Peter Effenberg (2009): Handbuch HD- Produktion, S.36

38 SMPTE (2013): 3Gb/s SDI for Transport of 1080p50/60, 3D, UHD TV1 / 4k and Beyond. Part 1 – Standards, S.12, <http://bit.ly/14E5RI2>, aufgerufen am 10.01.2015 um 12.10 Uhr

39 <http://bit.ly/1wqaPru>, aufgerufen am 26.12.2014 um 11.29 Uhr

4 Externe Komponenten in einem medientechnischen System

Die Kapitel 2 und 3 haben die direkten Systemkomponenten einer medientechnischen Anlage charakterisiert. Diese haben im Gesamtsystem zentrale Aufgaben. Zu diesen Aufgaben gehört die Bereitstellung von Schnittstellen, um audiovisuelle Inhalte in das System zu bekommen. Damit verknüpft sind Funktionen wie Signalübertragung, Signalarouting und Signalkonvertierung. Außerdem übernehmen sie Managementfunktionen (vgl. 2.4).

Die eigentlichen audiovisuellen Inhalte werden von externen Komponenten (Zuspielquellen) bereitgestellt. In der Regel sind es Geräte anderer Hersteller obgleich auch die Produzenten medientechnischer Komponenten meist derartige Technik in ihrem Sortiment haben. Die Integration und Steuerung der Zuspieler übernimmt wiederum die im ersten Teil der Arbeit erwähnte Zentraltechnik.

Der Autor greift bei der Planung seiner Anlage ebenfalls an einigen Stellen auf Komponenten von anderen Herstellern zurück. Der Grund ist die heutige Anforderung nicht allein Schnittstellen zum Anschluss eines externen Computers oder Notebooks zur Verfügung zu stellen. Vielmehr sollen auch Inhalte von Bluray- Player, CD-Spieler oder USB- Stick dargestellt werden. Auch die Wiedergabe eines Fernseh- und/oder Radiosignals gehört zur Anforderung in einigen Ausschreibungen.⁴⁰ Die in dieser Arbeit beschriebenen externen Geräte (z.B. Lautsprecher und Projektor) dienen lediglich der Vollständigkeit des Systems und können je nach Kundenwunsch ersetzt werden. Unter Umständen sind aber bei der Nutzung anderer Komponenten weitere Anpassungen an der Anlage z.B. in Hinblick auf Steuerschnittstellen notwendig.

40 hmpartner (2014): Lastenheft Programmierung Mediensteuerung 20140429, S.7

5 Aufbau der Anlage

Zu Beginn der Planung muss erst einmal das Platzangebot sondiert werden. Bei kleineren medientechnischen Systemen sind alle Komponenten meist im selben Raum in einem kleinen Rack oder Möbel verbaut. Für die Realisierung einer großen Anlage wie in dieser Arbeit beschrieben, ist es von Vorteil einen separaten Technikraum zu haben. Das ermöglicht die leichtere Versorgung der Komponenten mit Kaltluft und minimiert die Geräuschbelastung im Konferenz-/ Veranstaltungsraum.

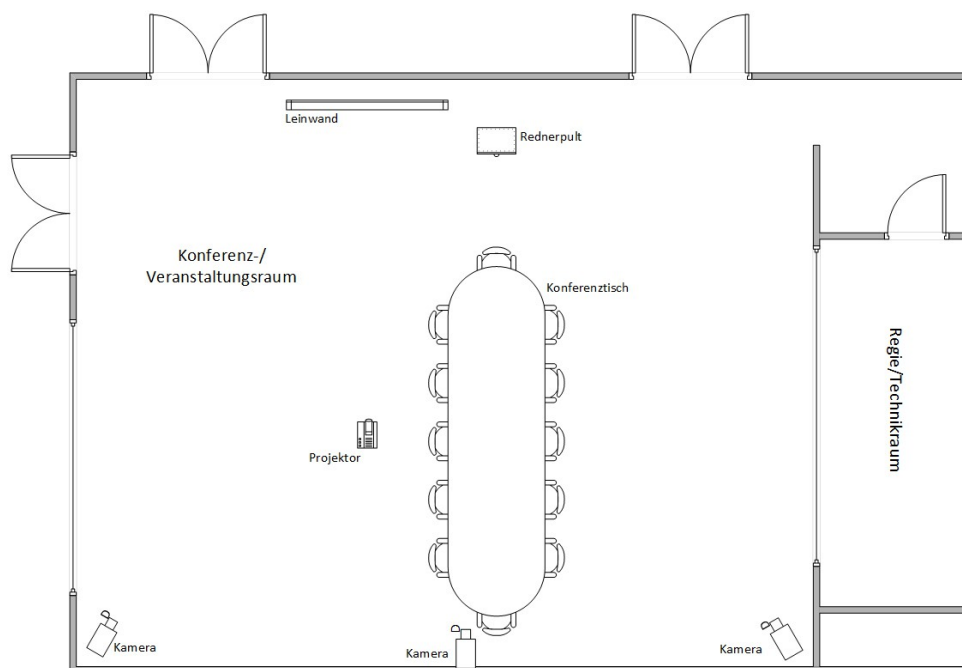


Abbildung 4: Skizze eines Veranstaltungsraumes auf Basis Studio B der Hochschule Mittweida,
Quelle: eigene Darstellung, 2014

Diese Arbeit geht daher von der Annahme aus, dass es einen solchen Technikraum von Kundenseite gibt. Im Konferenz-/ Veranstaltungsraum werden sich lediglich die externen Komponenten und die Schnittstellen von/zur Zentraltechnik des medientechnischen Systems befinden. Die Komponenten sind in einem kleinen Medienrack, an einem Konferenztisch und an einem Rednerpult positioniert. Damit werden die verschiedensten Nutzungsmöglichkeiten abgebildet. Darüber hinaus werden drei Dome- Kameras eingebunden. Die raumübergreifende Verkabelung aus und in den Regie-/Technikraum läuft über Bodentanks bzw. Decken-/Wandanschlüsse.

Als nächstes müssen die Entfernungen betrachtet werden. Da sich ein Technikraum mitunter einige Meter vom eigentlichen Veranstaltungsraum entfernt befindet und Leitungslängen sich gerade bei der Übertragung von audiovisuellen Inhalten schnell erschöpfen wird heute auf IT- basierte Übertragungskanäle gesetzt. Auch diese Arbeit wird vorrangig die Übertragung über Kat- Leitungen bevorzugen.

Nachfolgend sind die Komponenten der Anlage erläutert. Dabei werden sie auch in ihren lokalen Zusammenhängen grafisch dargestellt. Eine vollständige Darstellung der Anlage ist der beigefügten Zeichnung zu entnehmen.

5.1 Eingabe und Übertragung audiovisueller Inhalte

In diesem Abschnitt werden einige Nutzungsszenarien näher beschrieben. Diese haben Einzug in das Gesamtsystem erhalten.

5.1.1 Rednerpult

Ein Rednerpult kommt häufig bei Pressekonferenzen zum Einsatz. Am Pult werden die Audiosignale von Mikrofonen (in diesem Beispiel 2 Stück) sowie Bild und Ton eines Notebooks eingespeist und übertragen.

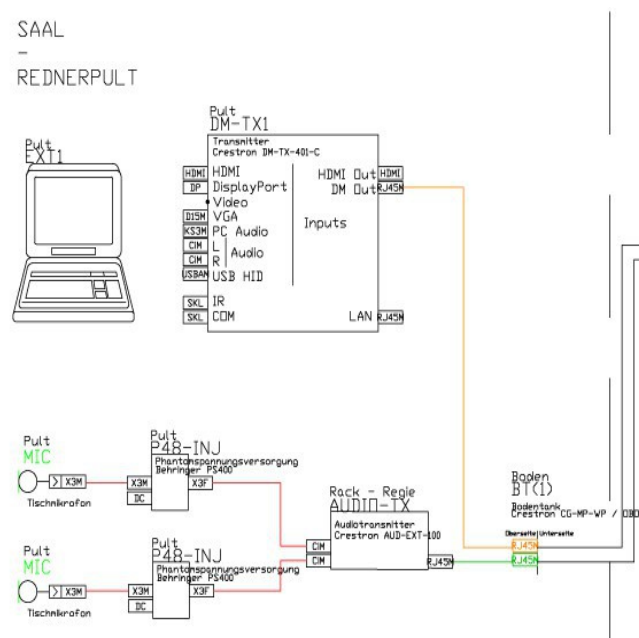


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Signalwege am Rednerpult.

Quelle: eigene Darstellung, 2014

„The DM-TX-401-C provides a versatile, rack-mountable interface for computers and high-definition AV sources as part of a complete Crestron® DigitalMedia™ system. It functions as a DM 8G+™ transmitter and switcher, providing DisplayPort, HDMI®, VGA, composite video, and analog audio inputs. It also functions as a control module, providing RS-232 and IR control ports, plus Ethernet and USB HID ports for a total connectivity solution.“⁴¹

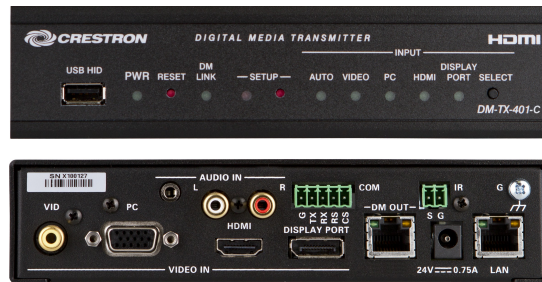


Abbildung 6: AV-Transmitter DM-TX-401-C

Quelle: Crestron, 2014

Für die Übertragung des AV- Signals von einem tragbaren Computer wird ein **DM-TX-401-C**⁴² verwendet. Das oben abgebildete Produkt bietet Schnittstellen für den Anschluss von Computern mit allen gängigen Betriebssystemen. Das Bild wird vorzugsweise digital über HDMI oder Displayport mit embedded Audio in das System eingespeist. Für ältere Modelle besteht aber auch die Möglichkeit das Bildsignal analog über VGA mit Audio über 3,5mm- Klinke bzw. 2x Cinch zu übertragen. Auch eine S-Video bzw. Composite- Quelle kann über Cinch angeschlossen werden. Der Aussage weiter folgend bietet der Transmitter ebenfalls Schnittstellen zur Steuerung von weiteren Geräten. Die Zentraleinheit sendet dazu Steuerbefehle an den Transmitter. Der Transmitter gibt diese über die serielle Schnittstelle oder über Infrarot an das entsprechende Gerät weiter. Diese Funktion wird in der beschriebenen Anlage nicht verwendet. Die Auswahl des Eingangssignals erfolgt automatisch oder über den Select-Knopf am Transmitter.

Das AV- Signal wird über den RJ45- Port „DM OUT“ über eine Kat- Leitung an die Zentraleinheit übergeben. Der Transmitter nutzt dazu Crestron DigitalMedia™. Außerdem ist der DM-TX-401-C in vollem Umfang HDCP- konform.⁴³

⁴¹ <http://bit.ly/13CWxNv>, aufgerufen am 25.12.2014 um 11.06 Uhr

⁴² Datenblatt s. <http://bit.ly/1CeS0wl>

⁴³ Crestron Electronics Inc. (2014): DM-TX-401-C (Spec Sheet), S.1

Über den zusätzlichen LAN- Port besteht die Möglichkeit extern auf das Gerät zuzugreifen um Konfigurationen vorzunehmen.

Der Transmitter kann unter der Ablage des Rednerpults befestigt werden. Die Spannungsversorgung kann über ein Steckernetzteil oder über Power-over-DigitalMedia (PoDM) von der Zentraleinheit aus realisiert werden.⁴⁴

„The Crestron® AUD-EXT Series is a family of [...] audio extenders designed for transporting analog and digital audio signals over several hundred feet using inexpensive CAT5 (or better) UTP cable. Four different AUD-EXT models are available, each consisting of one transmitter and one receiver.“⁴⁵



Abbildung 7: AUD-EXT-100, Quelle: Crestron, 2014

Zur Übertragung der Mikrofonsignale nutzt der Autor ein Produkt der AUD-EXT-Familie. Diese ist nach obiger Aussage eine Extenderfamilie für digitale und analoge Audiosignale. Sie nutzt Kat- Leitungen um Audio über hunderte von Metern zu übertragen. Es gibt vier Modelle, die jeweils aus einem Sender und einem Empfänger bestehen. Genutzt wird das Modell **AUD-EXT-100**⁴⁶.

Die Kat- Leitungen beider Transmittern werden auf einen Bodentank aufgesteckt. In dieser Anlage wird aufgrund der Homogenität der Bodentank **CG-MP-WP** der Firma Crestron mit entsprechenden Anschlussplatten verwendet. Am Rednerpult benötigt der Bodentank zwei Einsätze vom Typ **BT-MP-WP181-C-B** (entspricht 2x RJ45). Da es sich allerdings um standardisierte RJ-45- Steckverbinder handelt, kann ebenso ein handelsüblicher Bodentank mit entsprechenden Einsätzen von Herstellern wie OBO-Bettermann, Gira o.a. verwendet werden.

⁴⁴ Crestron Electronics Inc. (2014): DM-TX-401-C (Spec Sheet), S.4

⁴⁵ <http://bit.ly/1xPgCNW> aufgerufen am 25.12.2014 um 11.15 Uhr

⁴⁶ Datenblatt s. <http://bit.ly/1suKk9h>

5.1.2 Konferenztisch

An einem Konferenztisch muss der Anschluss mehrerer tragbarer Computer realisiert werden. Auch hier kommt ein DM-TX-401-C zum Einsatz. Dieser wird unter dem Tisch montiert. Hier gibt es zwei Möglichkeiten den Anschluss der Quellen zu realisieren. Zum Einen können Kabel zum Anschluss auf den Tisch hochgezogen werden. Die andere Möglichkeit ist ein Anschlussfeld auf dem Tisch, das auf der Unterseite mit dem Transmitter verbunden ist.

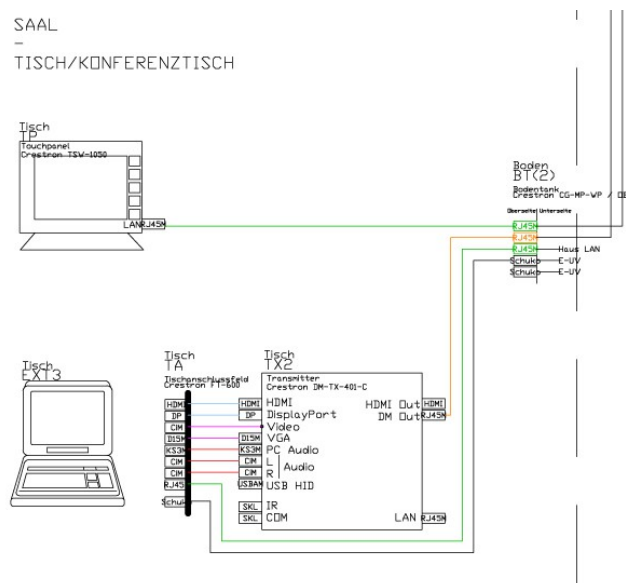


Abbildung 8: Darstellung der Verkabelung am Konferenztisch,
Quelle: eigene Darstellung, 2014

Aus optischen Gründen favorisiert der Autor ein Anschlussfeld. Dieses ist vom Typ Crestron **FT-600**⁴⁷. In diesem sind die Anschlüsse HDMI, Displayport, VGA, 3,5mm-Klinke sowie ein RJ45 zur Verbindung mit dem Internet als aufrollbare Anschlusskabel realisiert. Hinzu kommt eine feste Anschlussplatte mit Cinch- Buchsen für analoge Video- und Audiosignale. Außerdem ist ein Stromanschluss (Schuko) enthalten.

47 Datenblatt s. <http://bit.ly/1wb4KiN>, aufgerufen am 17.01.2015 um 17.11 Uhr, Konfiguration s. Anlage 1

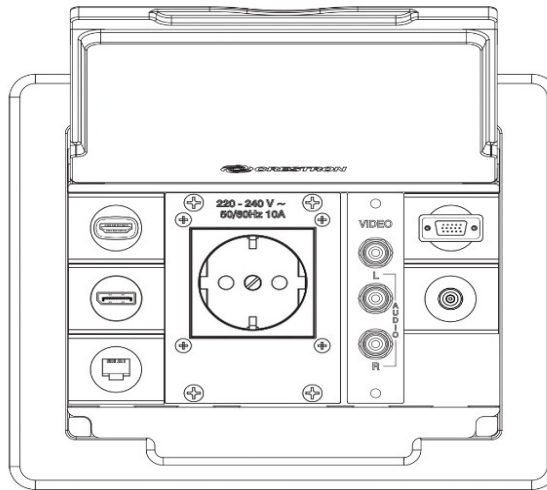


Abbildung 9: Tischanschlussfeld FT-600 in zuvor beschriebener Konfiguration,
Quelle: Crestron FlipTop- Konfigurator unter <http://bit.ly/1zMCaeR>, 2014

Beim gleichzeitigen Anschluss mehrerer Quellen, muss eine Eingangsumschaltung am Transmitter realisiert werden. Das ist wie im Punkt 5.1.1 bereits geschildert direkt am Transmitter möglich. Aufgrund der Positionierung ist diese Variante hier aber nicht sinnvoll. Das Auslösen der Umschaltung erfolgt besser über eine Touchpanel-Oberfläche. Als Touchpanel ist ein 10-Zoll- Touchpanel vom Typ **TSW-1050**⁴⁸ geplant. Das Touchpanel wird über Power- over- Ethernet (PoE) mit der nötigen Spannung versorgt.⁴⁹ Die Übergabe der Informationen vom Touchpanel an die Zentraleinheit erfolgt ebenfalls über Ethernet. Der Befehlsfluss ist damit Touchpanel → Zentraleinheit → Transmitter. Im Fall einer Rückmeldung, dass die Umschaltung erfolgte wird der Weg zurück genommen: Transmitter → Zentraleinheit → Touchpanel.

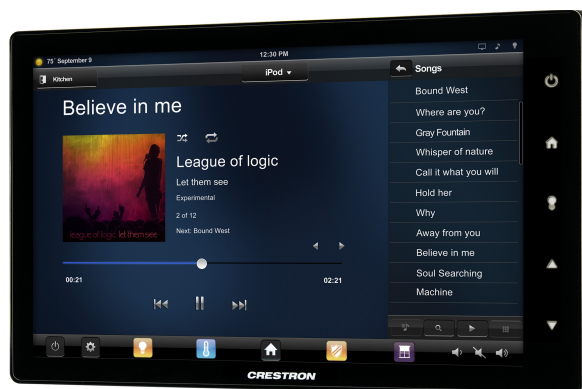


Abbildung 10: TSW-1050, Quelle: Crestron, 2014

48 Datenblatt s. <http://bit.ly/1AbFSdj>

49 Crestron Electronics Inc. (2014): TSW-1050 (Spec Sheet)

In der heutigen mobilen Welt, besteht ebenfalls die Möglichkeit die Anlage über das eigene Smartphone zu steuern. Voraussetzung ist lediglich ein WLAN- Zugang. Diese Variante ist besonders für Vortragende sinnvoll, die während ihrer Präsentation gern herumgehen oder das Publikum aktiv mit einbeziehen möchten. Crestron Mobile bzw. die **Crestron App**⁵⁰ ist für iOS und Android geeignet.

Ein Bodentank für den Konferenztisch benötigt 3x den Einsatz **BT-MP-WP181-C-B** und unter Umständen einen Stromanschluss für den Transmitter.

5.1.3 Kamera und Mikrofone

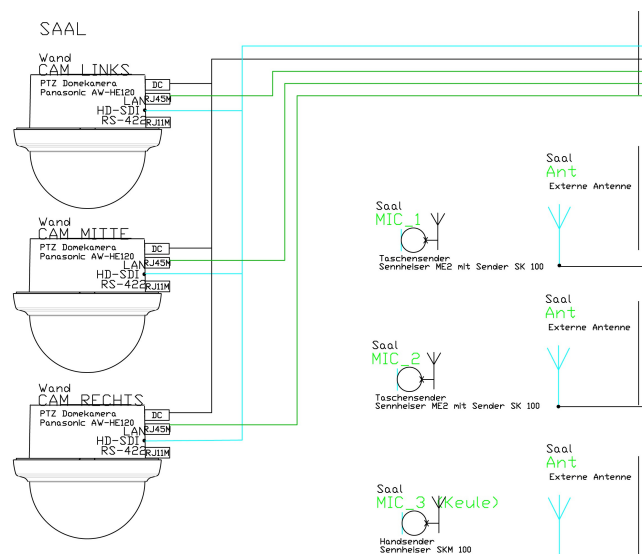


Abbildung 11: Verkabelungsplan der drei Dome- Kameras,
Quelle: eigene Darstellung, 2014

Zur Aufzeichnung und Übertragung von größeren Veranstaltungen werden drei sogenannte Dome- Kameras vom Typ Panasonic **AW-HE120**⁵¹ installiert. Die Kamera verfügt über einen HD-SDI- Ausgang⁵² zur Übertragung ihres Bildes. Auch ein HDMI-Anschluss ist vorhanden, allerdings für die Übertragung über längere Strecken nicht geeignet. Die Steuerung der Kameras erfolgt in dieser Arbeit über Ethernet. Eine

50 Datenblatt s. <http://bit.ly/1lr0F2>

51 Datenblatt s. <http://bit.ly/1xkMV15>

52 <http://bit.ly/1xtputa>, 3. Absatz, aufgerufen am 29.12.2014 um 10.06 Uhr

Beschreibung des Kamera- Kontrollpanels ist im Punkt 5.2.4 zu finden. Die Kamera unterstützt ebenfalls eine serielle Steuerung über das RS-422-Protokoll.⁵³



Abbildung 12: Panasonic HD-SDI-PTZ-Domekamera AW-HE120,
Quelle: Panasonic, 2015

Zudem sind drei Funkmikrofonsets von Sennheiser (1x Sennheiser **ew 135**⁵⁴ bestehend aus Handsender SKM 100 und Empfänger EM 100; 2x **ew 112**⁵⁵ bestehend aus einem Lavalier- Ansteckmikrofon, Taschensender SK 100 und Empfänger EM 100) für die Vortragenden geplant. Im Saal befinden sich drei Antennen zur Aufnahme der Mikrofonsignale. Die Empfänger im Regie-/ Technikraum sind über eine verlängerte Koaxialleitung mit den Antennen im Saal verbunden



Abbildung 13: Sennheiser Handmikrofon SKM 100
mit Empfänger EM 100, Quelle: Sennheiser, 2014



Abbildung 14: Sennheiser Ansteckmikrofon mit
Taschensender SK 100 und Empfänger EM 100,
Quelle: Sennheiser, 2014

⁵³ s. <http://bit.ly/1xtputa>, 2. Absatz

⁵⁴ Datenblatt s. <http://bit.ly/1z6jkPJ>

⁵⁵ Datenblatt s. Fußnote 55

5.1.4 Medienrack

Im Raum sind ein Bluray- Player (hier: NewHank BDP-620), ein CD/USB- Spieler (hier: Tascam CD-200SB), ein TV- Tuner (hier: Technisat Technikbox K1 CSP) und ein fest installierter Computer vorhanden. Sie sind in einem kleinen, 12 Höheneinheiten umfassenden 19-Zoll- **Medienrack** untergebracht. Die Geräte können über eine steuerbare Stromleiste (hier: Gude EPC-8212) mit Strom versorgt werden.

Lüftungsblech	12	Schukoleiste
Bluray-Player	11	Blendplatte
Blendplatte	10	Blendplatte
CD-Player	9	Blendplatte
Blendplatte	8	Blendplatte
Blendplatte	7	Blendplatte
19"-Wanne mit TV-Tuner	6	Blendplatte
PC	5	Blendplatte
Blendplatte	4	Blendplatte
GUDE EPC-8212	3	19"-Wanne mit Transmitter
Lüftungsblech	2	Lüftungsblech
	1	

Abbildung 15: Mögliches Layout des Medienracks, Quelle: eigene Darstellung, 2014

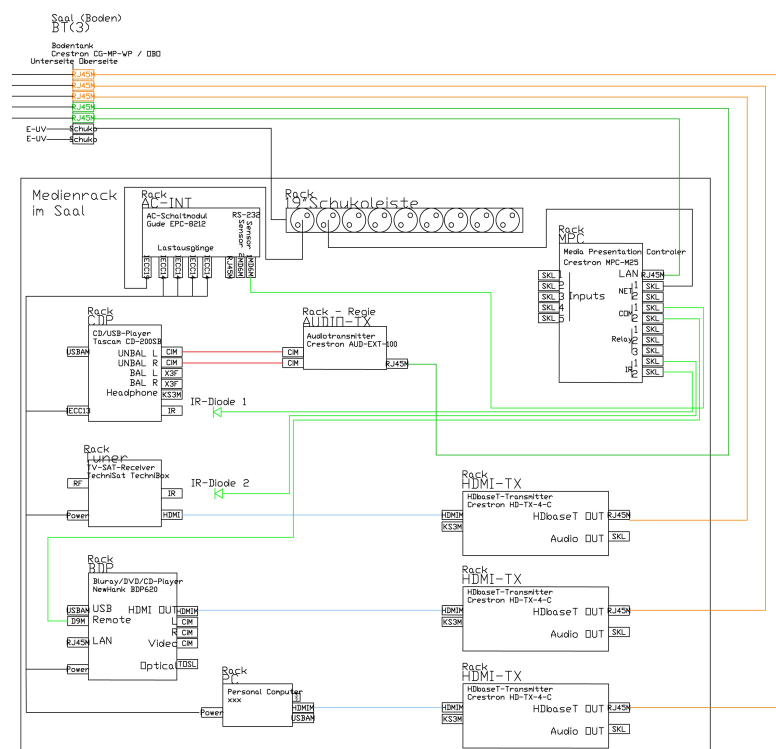


Abbildung 16: Verkabelung Medienrack, Quelle: eigene Darstellung, 2014

Die Stromleiste Gude **EPC-8212**⁵⁶ kann über RS-232 seriell gesteuert werden. Der serielle Anschluss liegt in Form eines Mini-DIN- Steckers mit 6 Pins vor.⁵⁷ Die Geräte werden über einen Kaltgeräteanschluss vom Typ IECC14 mit der Leiste verbunden. Mit der Leiste ist es möglich die Geräte vom Stromnetz zu trennen, wenn sie nicht benötigt werden.



Abbildung 17: Schaltbare Stromleiste Gude EPC-8212, Quelle: Gude, 2014

Der Bluray- Player NewHank **BDP-620**⁵⁸ wird ebenfalls seriell über RS-232 gesteuert.⁵⁹ Er gibt neben Bluray's auch DVD's und CD's sowie Dateien über USB wieder.⁶⁰



Abbildung 18: NewHank BDP-620, Quelle: NewHank, 2014

Der CD/USB- Spieler Tascam **CD-200SB**⁶¹ wird mangels weiterer serieller Anschlussmöglichkeiten (vgl. MPC-M25 im weiteren Verlauf) über Infrarot bedient. Eine Infrarotdiode ist entsprechend positioniert. Er spielt alle gängigen CD-/CDRW- Formate ab und bietet die Möglichkeit Audiodateien von USB- Stick oder externer Festplatte wiederzugeben.⁶²

⁵⁶ Datenblatt s. <http://bit.ly/1suJWaP>

⁵⁷ <http://bit.ly/1JXk8tB>, aufgerufen am 29.12.2014 um 10.12 Uhr

⁵⁸ Datenblatt s. <http://bit.ly/1AbEGqc>

⁵⁹ <http://bit.ly/1xtqEoz>, s. Spezifikationen, aufgerufen am 29.12.2014 um 10.18 Uhr

⁶⁰ s. <http://bit.ly/1xtqEoz>, s. Produktinfo

⁶¹ Datenblatt s. <http://bit.ly/1u3eKuN>

⁶² <http://bit.ly/1CPs5PA>, aufgerufen am 29.12.2014 um 10.21 Uhr



Abbildung 19: Tascam CD-200SB, Quelle: Tascam, 2014

Der **Computer** verfügt über eine Bluetooth- Schnittstelle. Mit ihr ist es möglich Audiodateien direkt über den PC zu streamen. Zudem ist ein Office- Paket von Microsoft enthalten. Damit sind PowerPoint- Präsentationen möglich. Hersteller von sogenannten Mini- PC's (Thin Clients) sind u.a. Hewlett-Packard (HP) oder Rangee.

Der TV- Tuner Technisat **Technibox K1 CSP**⁶³ wird wie der CD- Spieler über Infrarot gesteuert. Dazu ist auch hier eine Infrarotdiode angebracht. Er hat die Möglichkeit die High Definition- Kanäle der Rundfunkanstalten wiederzugeben. Außerdem ist es möglich Radiokanäle zu empfangen. Bei diesem Produkt handelt es sich um einen Kabeltuner.



Abbildung 20: Technisat Technibox K2 CP, Quelle: Technisat, 2014

Die Steuerung der Komponenten im Medienrack erfolgt sowohl lokal als auch von der Zentraleinheit im Regie-/Technikraum aus. Zur lokalen Steuerung ist auf dem Medienrack ein Medienpräsentationscontroller **MPC-M25**⁶⁴ mit Tischgehäuse bereitgestellt. Die Steuerung verfügt über zwei serielle Schnittstellen für Blu-ray- Player und schaltbarer Steckleiste sowie zwei Infrarot- Schnittstellen⁶⁵ für CD/USB- Spieler und TV- Tuner. Im

63 Datenblatt s. <http://bit.ly/17E2AnB>

64 Datenblatt s. <http://bit.ly/1FQMeY2>

65 s. <http://bit.ly/1AYROTB>, s. Technical Specifications, Abschnitt Connectors

Fälle der Nutzung von CD-Spieler- und/oder TV-Tuner- Modellen mit Steuermöglichkeit über RS-232 muss eine zusätzliche Komponente zur Schnittstellenerweiterung (z.B. C2N-IO) in Betracht gezogen werden. Die Stromversorgung des MPC wird über einen separaten Cresnet- Adapter realisiert.⁶⁶ Die Kommunikation mit der Zentraleinheit erfolgt über Ethernet.

Mit der separaten Steuerung am Medienrack, ist dieses auch in anderen Räumen einsetzbar.



Abbildung 21: Lokale Steuereinheit MPC-M25, Quelle: Crestron, 2014

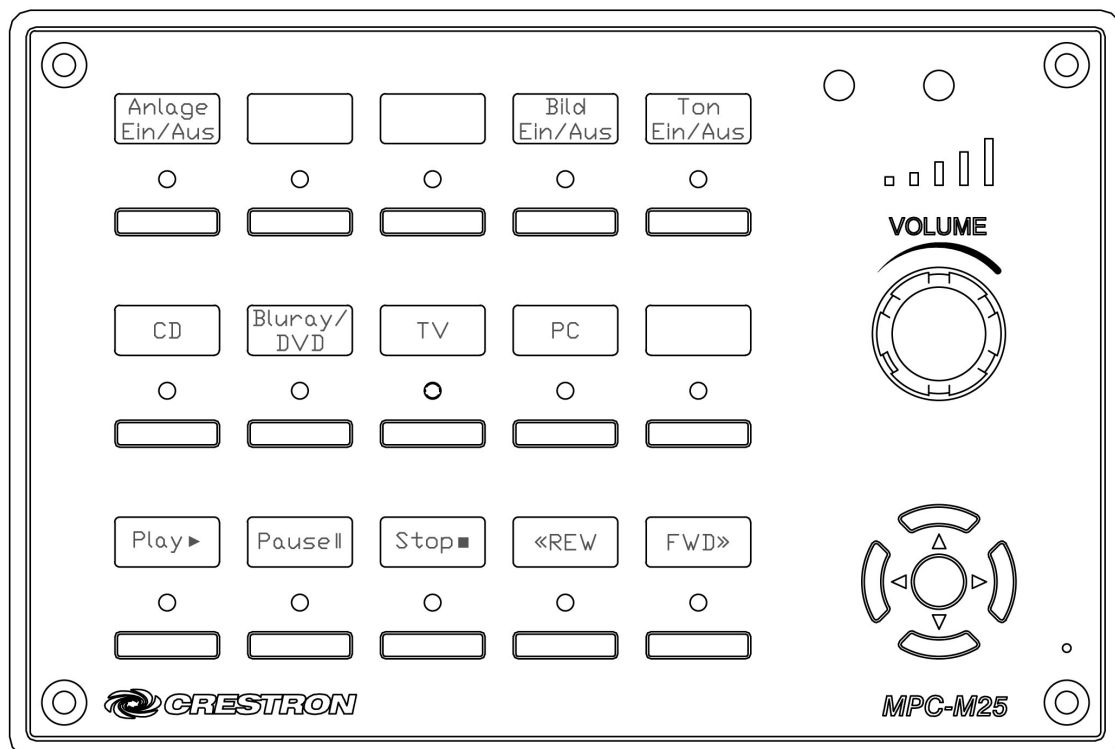


Abbildung 22: Beispiel für die Beschriftung des MPC-M25 Quelle: Crestron/eigene Darstellung, 2014

66 s. <http://bit.ly/1AYROTB>, s. Technical Specifications, Abschnitt Power Requirements

Die Übertragung der audiovisuellen Signale vom Medienrack erfolgt über HDBaseT-Transmitter vom Typ HD-TX4-C. Der HD-TX4-C ist Teil der Übertragungsstrecke **HD-EXT4-C**⁶⁷. Zur Übertragungsstrecke gehört weiter ein Receiver vom Typ HD-RX4-C. Dieser ist im Regie-/Technikraum verbaut. Wie unter 3.2 beschrieben beinhaltet HDBaseT die Möglichkeit zur Stromversorgung. Daher geht die Stromversorgung des Transmitters vom Receiver im Regie-/Technikraum aus. Jedes Gerät im Medienrack besitzt eine eigene Übertragungsstrecke. Da die Übertragungsstrecke keine Digital-Media™-Komponente ist, besitzt sie keine herkömmliche Steuerungsmöglichkeit für angeschlossene Geräte. Möglich ist aber eine Steuerung z.B. vom TV-Tuner über CEC. Diese Variante wird in der Anlage aber nicht verwendet. Die Übertragungsstrecke ist in vollem Umfang HDCP-konform.⁶⁸ Dadurch ist die Übertragung von Bluray-Inhalten problemlos möglich.



Abbildung 23: HDBaseT- Übertragungsstrecke HD-EXT4-C bestehend aus HD-TX4-C und HD-RX4-C, Quelle: Crestron, 2014

Die Audiosignale des CD/USB- Spielers werden, wie die Mikrofonsignale im Abschnitt 5.1.1, mit der Übertragungsstrecke **AUD-EXT-100** zur Zentraleinheit gesendet.

Für die Stromversorgung von Schaltleiste und Media Presentation Controller, sowie für mögliche weitere Geräte (z.B. Notebook des Referenten) ist im Medienrack eine 19“-**Schukoleiste** verbaut.

Der zugehörige Bodentank besteht aus 2x **CG-MP-WP** mit 5 Einsätzen vom Typ **BT-MP-WP181-C-B** und mindestens einem Stromanschluss.

⁶⁷ Datenblatt s. <http://bit.ly/14vQ73b>

⁶⁸ <http://bit.ly/1CPt4zj>, aufgerufen am 29.12.2014 um 10.42 Uhr

5.2 Verarbeitung, Verteilung und Datenmanagement

Die Gegenstellen zu den Quellsignalen von Kapitel 5.1 befinden sich im Regie-/Technikraum.

5.2.1 Mikrofone

Die Antennensignale der drei Funkmikrofone gehen auf entsprechende Empfänger vom Typ **Sennheiser EM 100**. Im Gesamtsystem müssen diese Audiosignale mehrmals verwertet werden. Daher wird jedes der drei Signale noch mal über einen Audioverteiler geschickt. Der passive Audioverteiler vom Typ **Millenium SP31** ermöglicht es, das Eingangssignal zweifach abzugreifen. Von den Signalen wird eines an den kombinierten Bild/Ton- Mixer (s. 5.2.4) für Streaming und Speicherung und das andere zu einer Audio- DSP (s. 5.2.3) für die Raumbeschallung gesendet.

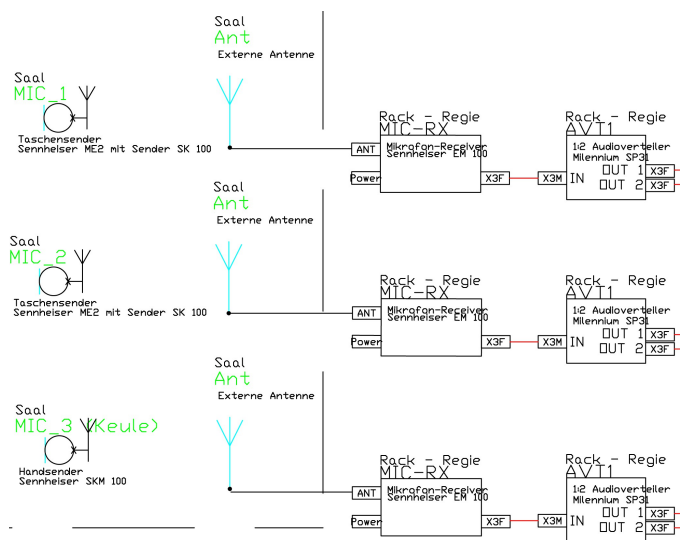


Abbildung 24: Gesamtansicht der Mikrofonstrecken für die Referenten

Quelle: eigene Darstellung, 2014

Gleiches gilt für die Mikrofone am Rednerpult.

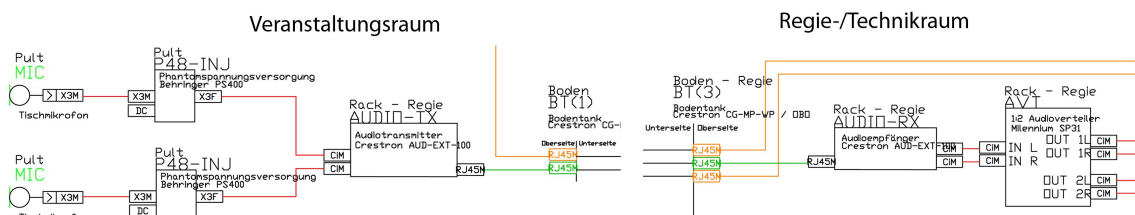


Abbildung 25: Signalfluss Pultmikrofone, Quelle: eigene Darstellung, 2014

5.2.2 Zentraleinheit

Die AV- Signale der Transmitter von Rednerpult, Konferenztisch und Medienrack gehen direkt auf die Zentraleinheit. Zentraleinheit in dieser Arbeit ist ein DigitalMedia™ Presentation System der Firma Crestron Electronics Inc., kurz DMPS. Der genaue Typ lautet **DMPS3-300-C**⁶⁹.

„[...] Provides a complete presentation control and signal routing solution for boardrooms and classrooms. Integrating the control system, multimedia matrix switcher, mic mixer, audio DSP, amplifier, and DigitalMedia distribution center all into a single 3-space rackmount package, [...]“⁷⁰

Dieser Aussage folgend handelt es sich bei der DMPS3-300-C um ein komplettes Steuerungs- und Routingsystem für Präsentationen. Weiter heißt es, dass das Gerät ein Steuerungssystem, Bild- und Audiomischer, Mischer für Mikrofondsignale, Audio-DSP und Verstärker in einem Gehäuse umfasst.



Abbildung 26: Crestron DMPS3-300-C, Quelle: Crestron, 2014

Die DMPS3-300-C besitzt einen neuen Prozessor der 3er-Serie und löst damit die aus der 2er-Serie stammende DMPS-300-C ab. Wie ihr Vorgänger verfügt sie über 7 Multimediaeingänge sowie 4 Ausgänge. Die AV- Anschlussmöglichkeiten am Eingang sind HDMI, 15-Pin Sub-D, BNC und RJ45. Für die Einbindung von älteren Geräten, die z.B. Scart nutzen und nicht über einen HDMI- Anschluss verfügen, besteht die Möglichkeit, diese mittels Adapter Scart->Cinch (Composite) oder Scart->Mini-DIN (S-Video) auf den BNC- Konnektor der DMPS umzusetzen.

⁶⁹ Datenblatt s. <http://bit.ly/1BXqMMR>

⁷⁰ <http://bit.ly/13Bf4tx>, aufgerufen am 29.12.2014 um 11.15 Uhr

Eingang	Anschlüsse	Mögliche Formate
1	HDMI	HDMI
2	HDMI	HDMI
3	HDMI Sub-D	HDMI VGA
4	HDMI Sub-D	HDMI VGA
5	HDMI Sub-D BNC Cinch	HDMI VGA Component, Composite, Y/C SPDIF
6	RJ45	DigitalMedia™
7	RJ45	DigitalMedia™

Tabelle 3: Liste der Eingangsschnittstellen der DMPS3-300-C⁷¹

Darüber hinaus gibt es zu den Videoeingängen 1-5 die Möglichkeit ein analoges Audiosignal in das System einzuspeisen. Weiter stellt die Zentraleinheit 6 Eingänge für Mikrofonsignale mit Line- oder Mikrofonpegel⁷² zur Verfügung. Außerdem besitzt die DMPS3-300-C diverse Steuerungsmöglichkeiten für andere Geräte. Dazu gehören serielle Steuerungsprotokolle wie RS-232 (uni- und bidirektional), Infrarot und das crestroneigene Bussystem Cresnet. Auch 4 Relais sind enthalten.⁷³

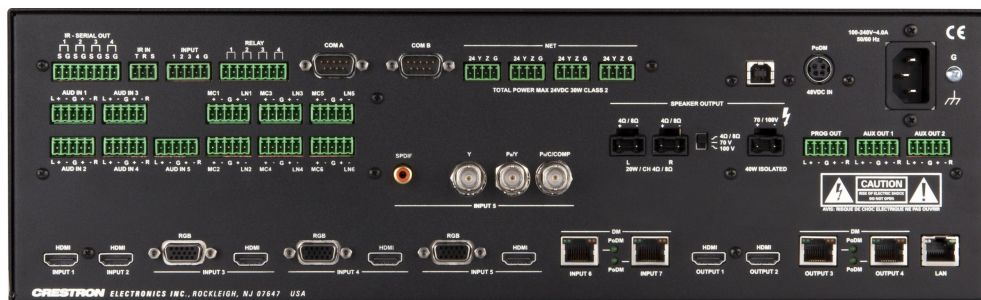


Abbildung 27: Anschlussmöglichkeiten an der DMPS3-300-C, Quelle: Crestron, 2014

⁷¹ Auflistung entsprechend Datenblatt

⁷² <http://bit.ly/13Bf4tx>, s. Technical Specifications, Abschnitt Connectors – Audio/Video Inputs, aufgerufen am 29.12.2014 um 11.51 Uhr

⁷³ s. <http://bit.ly/13Bf4tx>, Technical Specifications, Abschnitt Connectors – Control & Power

Ausgangsseitig gibt es zwei HDMI und zwei DigitalMedia™- Anschlussmöglichkeiten.⁷⁴ Der integrierte Verstärker kann über die Speaker Out- Anschlüsse genutzt werden. Er hat eine Leistung von 2x 20 Watt.⁷⁵ Dazu kommen die nicht verstärkten Audioausgänge Program Out, Aux Out 1 und Aux Out 2.⁷⁶

Über einen Mini- DIN- Stecker mit 4 Pins kann ein externes Netzteil vom Typ **PW-4818DU**⁷⁷ für die Stromversorgung von DigitalMedia™- Komponenten angeschlossen werden.

Die AV- Komponenten sind mit der Zentraleinheit wie folgt verbunden: Die beiden DM-TX-401-C von Rednerpult und Konferenztisch werden mit den Eingängen 6 und 7 der DMPS verbunden. Mit dem zusätzlichen PoDM- Netzteil für die DMPS werden die Transmitter mit Strom versorgt. Die HDBaseT- Empfänger für die Signale aus dem Medienrack besitzen ausgangsseitig HDMI. Daher werden sie an die Eingänge 2-4 gelegt. Am Eingang 1 liegt ein Signal aus einem Aux- Weg des Videomischers an. Das erlaubt es, ein Kamerabild oder ein Picture-in-Picture (PIP) im Veranstaltungsraum darzustellen. Das Audiosignal des CD/USB- Spielers wird auf den analogen Audioeingang 5 der DMPS gelegt.

Die Mikrofone gehen wie in Punkt 5.2.1 gesehen nicht auf die Zentraleinheit. Sie verfügt zwar über die Möglichkeit Mikrofonsignale aufzunehmen und zu bearbeiten⁷⁸, allerdings fehlen ihr einige wichtige Funktionen, die für eine saubere und ordentliche Beschallung im Veranstaltungsraum notwendig sind. Zu diesen gehört das Ducking. Ducking meint in diesem Zusammenhang nichts geringeres als die automatische Absenkung des Audiosignals einer Präsentationsquelle während in eines der Mikrofone gesprochen wird.⁷⁹ Eine externe Audio- DSP bietet darüber hinaus mehr Möglichkeiten im Equalizing von Tonsignalen. Das ist besonders im Hinblick auf die Verhinderung von Rückkopplungen beim Einsatz von Mikrofonen wichtig. Bei Räumen mit hohem Anteil an Fenstern bzw. Glasfassade, wie es häufig bei modernen Bürogebäuden vorkommt, spielen Equalizer (EQ) eine große Rolle bei der Minimierung von Echo- oder

74 s. <http://bit.ly/13Bf4tx>, Technical Specifications, Abschnitt Connectors – Audio/ Video Outputs

75 <http://bit.ly/13Bf4tx>, Description, Abschnitt Built-in Power Amplifier, aufgerufen am 29.12.2014 um 11:57 Uhr

76 s. <http://bit.ly/13Bf4tx>, Technical Specifications, Abschnitt Connectors – Audio/ Video Outputs

77 Datenblatt s. <http://bit.ly/1DDBqKA>

78 <http://bit.ly/13Bf4tx>, Description, Abschnitt 6-Channel Microphone Mixer, aufgerufen am 29.12.2014 um 12:05 Uhr

79 vgl. <http://bit.ly/1xdCooh>, aufgerufen am 11.01.2015 um 22:26 Uhr

Halleffekten. Der parametrische 4-Band-Equalizer⁸⁰ der DMPS ist hier nicht ausreichend. Weitere Informationen zur externen Audio- DSP im Punkt 5.2.3.

Von den 4 Ausgängen der Zentraleinheit wird je ein HDMI- und ein DigitalMedia™-Ausgang genutzt. Über DigitalMedia™ wird das ausgewählte Signal zum Wiedergabegerät im Veranstaltungsraum geleitet (s. Punkt 5.3.1). Der HDMI- Ausgang ist ein Eingangssignal für den Videomischer (s. Punkt 5.2.4). Damit kann z.B. ein PIP mit Präsentation und Vortragenden realisiert werden.

Befinden sich die Schnittstellen für die Raumfunktionen wie Licht, Jalousie oder Klima im selben Raum oder existieren Motoren für Leinwand oder Projektorlift, ist es möglich diese über die Steuerschnittstellen der DMPS zu bedienen. Oftmals existiert aber ein separater Raum für die Gebäudetechnik. In diesem Fall brauchen die Steuerschnittstellen einen „verlängerten Arm“. Das können je nach Art der Schnittstellen Produkte wie z.B. DIN-AP3 mit 4 Relais, 2 bidirektionalen RS-232- Ports, Infrarot und anderen Schnittstellen sein. Auch das Relaismodul DIN-8SW8 ist gerade für motorisch Leinwände oder Verdunkelungen häufig im Einsatz. Für eine Vielzahl von Schnittstellen und Protokollen stehen Geräte zur Verfügung. Dazu gehören DALI, EIB, KNX oder LON. Damit ist es möglich bereits bestehende Infrastrukturen der Gebäudetechnik in die neue Anlage einzubinden. Eine Kommunikation zwischen Zentraleinheit und ihrem „verlängerten Arm“ erfolgt über Ethernet oder Cresnet. Die Gebäudetechnik wird in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

Über die LAN- Schnittstelle kommuniziert sowohl die integrierte AV- Matrix als auch die Steuereinheit der DMPS. Bei der Installation ist darauf zu achten, dass beiden eine IP-Adresse zugewiesen wird. Andernfalls kommt es zu Problemen im Netzwerk. Da die Steuereinheit mit den Komponenten Touchpanel (s. Punkt 5.1.2), Media Presentation Controller (s. Punkt 5.1.4), Monitoringserver (s. Punkt 5.3.3) und gegebenenfalls Gebäudesteuerung kommunizieren muss, ist ein Switch in Benutzung. Dieser stellt die Verbindung in das hauseigene Netzwerk dar. Somit ist es möglich, über jedes Gerät im Netzwerk auf die Funktionen der netzwerkfähigen Komponenten des Gesamtsystems zuzugreifen.

80 <http://bit.ly/13Bf4tx>, aufgerufen am 27.12.2014 um 17.49 Uhr

5.2.3 Audio- DSP und Verstärker

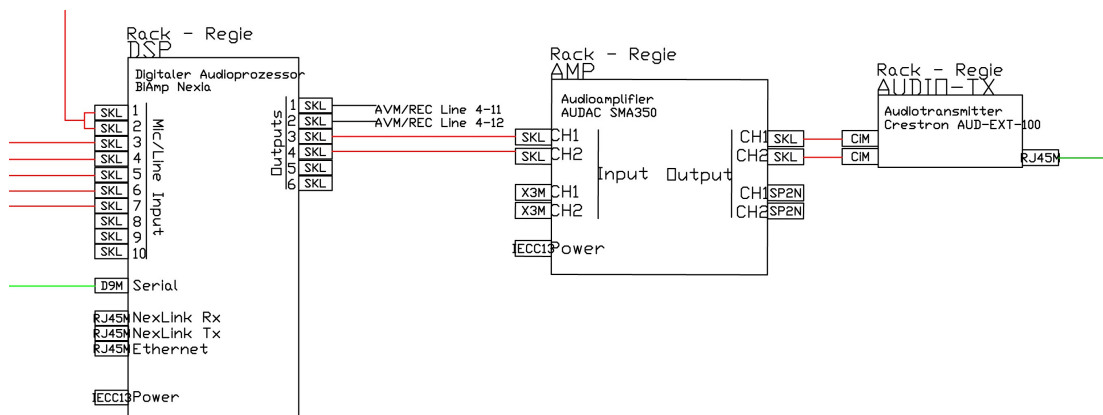


Abbildung 28: Verkabelung von Audio- DSP und Verstärker, Quelle: eigene Darstellung, 2014

Eine Audio- DSP dient der Bearbeitung von Audiosignalen. Wie die Zentraleinheit verfügt sie über Eingangs- und Ausgangsschnittstellen. In dieser Arbeit wird die Audio- DSP **Nexia CS**⁸¹ von BiAmp genutzt. Sie verfügt über 10 Eingänge für Line- oder Mikrofonpegel sowie 6 Ausgänge.⁸² Über Ethernet kann auf die Nexia CS zugegriffen werden.⁸³ Eine grafische Oberfläche dient zur Konfiguration des Systems. Mit der Audio- DSP werden die Funktionen Equalizing der Mikrofone, Echocancelling und Ducking realisiert.

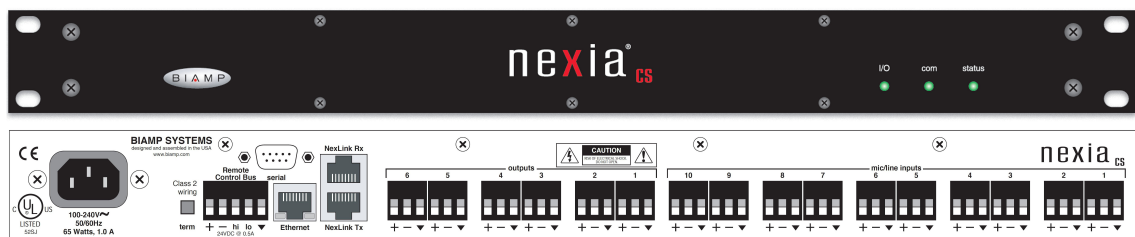


Abbildung 29: Audio- DSP BiAmp Nexia CS,

Quelle: <http://bit.ly/1Bh6SK2>, aufgerufen am 28.12.2014 um 11.11 Uhr

81 Datenblatt s. <http://bit.ly/1AbDoeT>

82 <http://bit.ly/1wyApdS>, Abschnitt Funktionen, Punkte 1 und 2, aufgerufen am 30.12.2014 um 17.44 Uhr

83 s. <http://bit.ly/1wyApdS>, Abschnitt Funktionen, Punkt 3

Bei einer normalen Nutzung stellt die DSP die Beschallung im Veranstaltungsraum sicher und erstellt einen Programmmix für die Aufzeichnung, der an den Videomischer gegeben wird. Im Livebetrieb mit einer Regiebesetzung dagegen, wird die Nexia CS nur für die Beschallung eingesetzt. Eine Audiomischung wird dann über die im Videomischer integrierte Audiosektion vorgenommen (s. 5.2.4). Das sichert die volle Flexibilität und Gestaltungsmöglichkeit.

Eine Steuerung z.B. der Pegel von Mikrofonen erfolgt über die Zentraleinheit. Die Audio-DSP verfügt zu diesem Zweck über einen seriellen RS-232- Anschluss (9-Pin Sub-D).

Das Signal für die Raumbeschallung wird auf den Verstärker AUDAC **SMA350**⁸⁴ gegeben. Der Verstärker stellt eine Leistung von 2x 350 Watt bei einer Impedanz von 4 Ohm oder 2x 220 Watt bei 8 Ohm Impedanz zur Verfügung.⁸⁵



Abbildung 30: Verstärker AUDAC SMA350, Quelle: AUDAC, 2014

Das verstärkte Signal gelangt dann über eine Audioübertragungsstrecke (AUD-EXT, vgl. 5.1.1) zu den Lautsprechern (s. Punkt 5.3.1).

84 Datenblatt s. <http://bit.ly/1KG5Ei9>

85 <http://bit.ly/1ruMZPG>, aufgerufen am 29.12.2014 um 12.57 Uhr

5.2.4 Kamerasteuerung und AV-Mischer

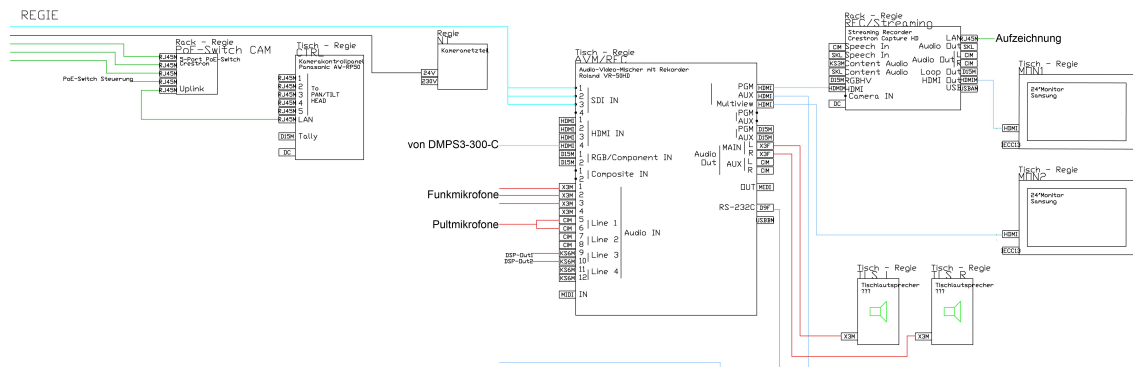


Abbildung 31: Verschaltung der Komponenten Kamerasteuerung, AV-Mischer und Interface zur Aufzeichnung/Streaming, Quelle: eigene Darstellung, 2014

Von den drei Dome- Kameras im Veranstaltungsraum gehen die Leitungen Bild und Ton (HD-SDI), Steuerung (Ethernet) und Stromversorgung ab (vgl. Punkt 5.1.3). Die Stromversorgung wird mittels eines zugehörenden Netzteils aus der Regie heraus realisiert. Für die Steuerung der Kameras steht die Kontrolleinheit Panasonic **AW-
RP50**⁸⁶ zur Verfügung. Die Kontrolleinheit steuert die Kameras in Pan, Tilt und Zoom über Ethernet.



Abbildung 32: Panasonic AW-RP50, Remote- Kamera- Kontrolleinheit
Quelle: Panasonic, 2015

86 Datenblatt s. <http://bit.ly/1wb4m3Q>

Die HD-SDI- Leitung jeder Kamera geht direkt auf den AV- Mischer vom Typ Roland **VR-50HD**⁸⁷.



Abbildung 33: AV- Mischer Roland VR-50HD, Quelle: Roland Systems Group, 2014

Der Mischer besitzt 12 Anschlussmöglichkeiten (4x BNC für HD-SDI, 4x HDMI, 2x BNC für Composite, 2x 15-Pin Sub-D für VGA).⁸⁸ Die Anschlüsse sind intern miteinander verschaltet, sodass effektiv nur 4 Eingänge simultan genutzt werden können.⁸⁹ Bei den Eingängen 1 und 2 kann jeweils nur HD-SDI oder HDMI/Composite/VGA genutzt werden. Eingang 3 und 4 wählt zwischen HD-SDI und HDMI.⁹⁰

Vorteil des Mixers ist die integrierte Audiosektion mit 12 Eingängen.⁹¹ Die Eingänge 1-4 sind kombinierte Anschlüsse, die entweder XLR oder 6,5mm- Klinke aufnehmen können. 5-12 sind paarweise zusammenhängende Eingänge für Cinch- (Eingang 5-8) oder 6,5mm- Klinkensteckverbinder (Eingang 9-12).

Ausgangsseitig stehen 3x HDMI, 2x BNC (für HD-SDI) und 2x 15-Pin Sub-D (für VGA) zur Verfügung.⁹² Über HDMI kann Programm-, Aux- und Multiviewersignal ausgegeben

⁸⁷ Datenblatt s. <http://bit.ly/1IN308o>

⁸⁸ <http://bit.ly/13Oox15>, Reiter „Features“, Abschnitt Main Features, aufgerufen am 29.12.2014 um 13.03 Uhr

⁸⁹ s. Anlage 2: Schaltbild Roland VR-50HD

⁹⁰ <http://bit.ly/13Oox15>, Reiter „Specs“, Abschnitt Input Connectors, aufgerufen am 29.12.2014 um 13.05 Uhr

Roland Systems Group (2014): VR-50HD Multi-Format AV-Mixer, Owner's Manual, S.10f

⁹¹ s. <http://bit.ly/13Oox15>, Reiter „Features“, Abschnitt Main Features

⁹² s. <http://bit.ly/13Oox15>, Reiter „Specs“, Abschnitt Output Connectors

werden. Über HD-SDI und Sub-D stehen jeweils Programm- und Auxsignal zur Verfügung. Zu beachten ist die HDCP- Konformität. Diese ist bei HD-SDI nicht gegeben.



Abbildung 34: Rückansicht des AV- Mischers VR-50HD,

Quelle: Roland Systems Group, 2014

In dieser Anlage stehen für eine Liveregie zwei **24-Zoll- Monitore** zur Verfügung. Ein Monitor dient der Anzeige des Multiviewerbildes über HDMI. Der zweite Monitor zeigt das Programmbild. Das Programmbild kommt allerdings nicht direkt vom AV- Mischer sondern vom Capture HD- Interface (s. 5.3.2). Das dient der Kontrolle, was wirklich aufgezeichnet wird. Außerdem existieren zwei **Lautsprecher** zum Abhören des Programmtons.

Im normalen Betrieb wird der AV- Mischer von der Zentraleinheit über das serielle RS-232- Protokoll gesteuert. Dafür verfügt der Mischer über einen 9-Pin Sub-D- Anschluss.⁹³ Die Zentraleinheit ruft im Mischer z.B. ein PIP⁹⁴ mit entsprechenden Quellsignalen für die Aufzeichnung auf.

93 s. <http://bit.ly/13Oox15>, Reiter „Specs“, Abschnitt Others

94 s. <http://bit.ly/13Oox15>, „Features“, Abschnitt Main Features,

5.3 Wiedergabe, Speicherung und Verbreitung

5.3.1 Projektion und Beschallung

Im Raum ist ein Projektor vom Typ EIKI **EIP-HDT30**⁹⁵ verbaut. Der Projektor nutzt die DLP™- Technologie.⁹⁶ Diese Technologie wurde vom us-amerikanischen Unternehmen Texas Instruments entwickelt.

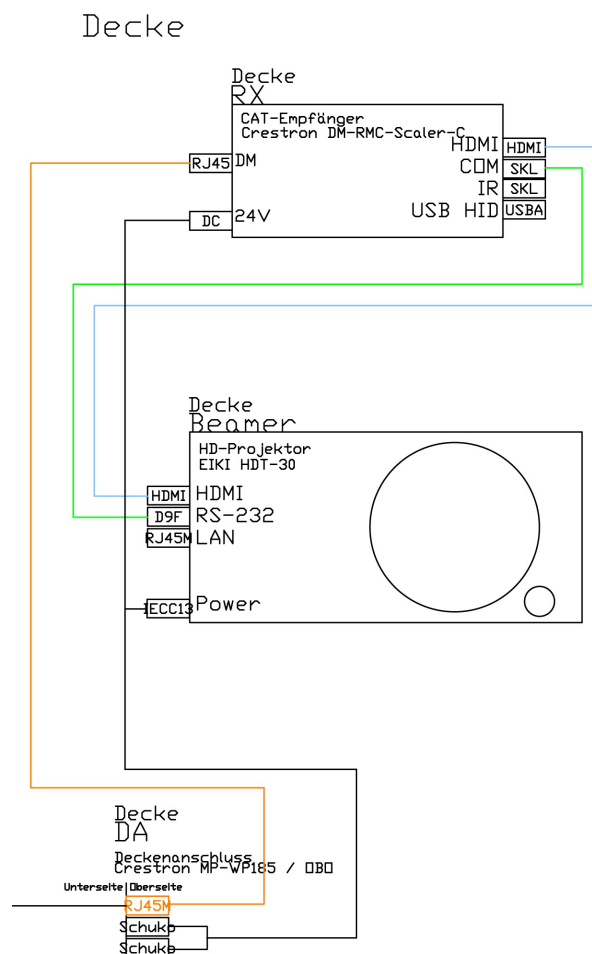


Abbildung 35: Wiedergabestrecke des Video- Signals,
Quelle: eigene Darstellung, 2014

95 Datenblatt s. <http://bit.ly/1AM7XKR>

96 Weitergehende Informationen: <http://bit.ly/1xa9GJR>, aufgerufen am 28.12.2014 um 13.40 Uhr

Der Projektor verfügt unter anderem über einen HDMI- Eingang sowie über einen Steueranschluss in Form einer 9-Pin Sub-D- Buchse. Auch eine Steuerung über Ethernet ist möglich. Seine Lichtleistung beträgt 8000 ANSI- Lumen, wenn beide Lampen genutzt werden. Dadurch ist er auch in helleren Räumen einsetzbar. Der Projektor kann die volle HDTV- Auflösung von 1920x1080 wiedergeben.⁹⁷ Da der EIKI EIP-HDT30 nicht Crestron connected ist und um Auflösungssprünge zu vermeiden, ist ihm ein Skalierer vorgelagert.



Abbildung 36: Hellraumprojektor EIKI EIP-HDT30

Quelle: EIKI, 2014

Der Skalierer vom Typ Crestron **DM-RMC-Scaler-C**⁹⁸ hat einen DigitalMedia™- Eingang. Sein Eingangssignal kommt von einem der DigitalMedia™- Ausgänge der Zentraleinheit DMPS3-300-C (s. Punkt 5.2.2). Am Ausgang stellt der Skalierer ein HDMI- Signal zur Verfügung⁹⁹, welches zum Projektor gegeben wird. Der DM-RMC-Scaler-C wird auf die feste native Auflösung des Projektors eingestellt. Damit wird eine optimale Anzeigequalität erreicht. Außerdem stellt der Skalierer einen seriellen Steuerport zur Verfügung.¹⁰⁰ Über diesen wird der Projekt gesteuert. Der DM-RMC-Scaler-C Unterstützt HDCP und kann EDID- Daten verwalten.¹⁰¹ Der Skalierer wird über das mitgelieferte externe Steckernetzteil mit Strom versorgt.¹⁰²

97 <http://bit.ly/1wUii7v>, aufgerufen am 28.12.2014 um 13.44 Uhr

98 Datenblatt s. <http://bit.ly/1wb4Kzo>

99 <http://bit.ly/1y18vOB>, Technical Specifications, Abschnitt Connectors – Bottom, aufgerufen am 29.12.2014 um 13.51 Uhr

100 s. <http://bit.ly/1y18vOB>, Technical Specifications, Abschnitte Communications und Connectors Bottom

101 s. <http://bit.ly/1y18vOB>, Technical Specifications, Abschnitt Communications

102 s. <http://bit.ly/1y18vOB>, Technical Specifications, Abschnitt Power Requirements



Abbildung 37: Skalierer Crestron DM-RMC-Scaler-C

Quelle: Crestron, 2014

Beim Projektor ist ein Deckenanschluss als PU- Dose vorgesehen. Benötigt werden 3 Dosen mit den Einsätzen 1x MPI-WP181-C-122 und 2x Strom. Wie bei den diversen Bodentanks ist es auch beim Deckenanschluss möglich, auf Hersteller wie Bettermann-OBO, Gira oder andere zurückzugreifen.

An den Wänden sind Lautsprecher vom Hersteller JBL geplant. Die Lautsprecher vom Typ **EON 305**¹⁰³ sind für eine Durchschnittsleistung von je 250 Watt geeignet. Die Lautsprecher- Impedanz beträgt 8 Ohm.¹⁰⁴ Da der Verstärker bei 8 Ohm eine Maximalleistung von 220 Watt ausgibt (vgl. Punkt 5.2.3), können die Lautsprecher nicht überlastet werden.



Abbildung 38: Lautsprecher JBL EON 305,

Quelle: AudioPro, 2014

¹⁰³ Datenblatt s. <http://bit.ly/1FQLRMS>

¹⁰⁴ JBL (2008): EON 305. Datenblatt, S.1

Jeder der beiden Lautsprecher bekommt einen Kanal des Tonsignals von einem Empfänger der AUD-EXT- Serie. Daher muss das ausgehende Tonsignal im Netzwerk über einen Switch auf beide Empfänger geroutet werden.

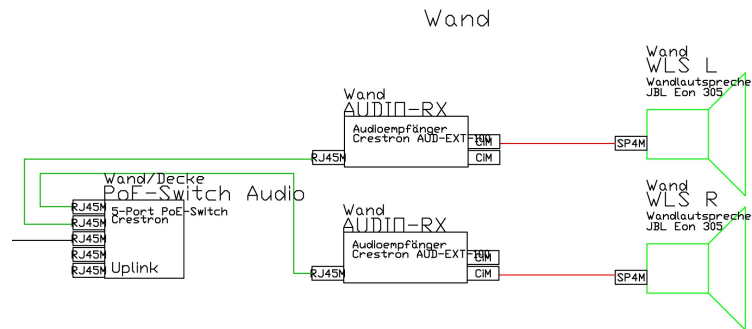


Abbildung 39: Verkabelung der Lautsprecher

Quelle: eigene Darstellung, 2014

5.3.2 Speicherung und Streaming

Das Programmbild des Bildmischers wird auf ein Crestron **Capture HD**¹⁰⁵- System verbunden.



Abbildung 40: Capture HD von Crestron für Streaming und Speicherung, Quelle: Crestron, 2014

Die Variante Capture HD Pro besitzt neben den standardmäßig enthaltenen HDMI-, Composite- und RGBHV- Eingängen noch einen 3G-SDI- fähigen Eingang mit BNC-Konnektor.¹⁰⁶ Es existieren weitere Anschlüsse für Audio und Video, die allerdings in dieser Anlage nicht von Bedeutung sind.



Abbildung 41: Rückansicht mit Anschlüssen des Crestron Capture HD Pro, Quelle: Crestron, 2014

¹⁰⁵ Datenblatt s. <http://bit.ly/1DUrtWx>

¹⁰⁶ <http://bit.ly/1vmpvrq>, aufgerufen am 29.12.2014 um 14.11 Uhr

Wichtig ist der Netzwerkanschluss (Ethernet). Über diesen kann der aufgezeichnete Clip an einen Webserver gesendet werden.¹⁰⁷ Über den Webserver kann jederzeit und überall auf das Material zugegriffen werden. Auch eine lokale Aufzeichnung ist möglich. Zur Auswahl steht die Aufzeichnung auf Speicherkarte vom Typ MMC oder auf ein USB- Gerät.¹⁰⁸ Die Aufzeichnung erfolgt als MPEG-4 (.mp4) oder Transport-stream (.ts). Mögliche Formate sind 720p24/p30/p60 oder 1080p24.¹⁰⁹ Eine Aufzeichnung kann lokal am Gerät über die Record- Taste, Remote über die Zentraleinheit oder zeitgesteuert über ein Verwaltungssystem mit Kalender (z.B. Microsoft Outlook, Lotus Notes oder Crestron Fusion) initiiert werden.

Ebenso steht eine Streamingfunktion zur Verfügung. Streamtyp ist H.264 im Profil Base, Main oder High. Mögliche Formate sind 720p10/15/30/60 oder 1080p10/15/30.¹¹⁰

5.3.3 Monitoring und Support

Zur Überwachung des Gesamtsystems und für die Fernwartung steht die Software **Crestron Fusion RV**¹¹¹ auf einem eigenen Server zur Verfügung.

„[...] View room status, track maintenance on devices, schedule end-of-day shutdown, book meetings in rooms, provide remote help desk assistance, capture and distribute multimedia presentations, and more — all from the web-based interface.“¹¹²

Der Aussage folgend erlaubt Fusion RV Funktionen wie das Einsehen des Status aller im Raum vorhandener Komponenten, das Buchen von Räumen für Meetings, zeitgesteuerte Abschaltung der Anlage, Helpdesk und Fernwartungszugang sowie Aufzeichnung und Verteilung von Präsentationen. Alle Funktionen stehen über einen web-basierten Zugang zur Verfügung.

¹⁰⁷ <http://bit.ly/1EB9RD7>, Description, Abschnitt Additional Features, Punkt Gigabit Ethernet, aufgerufen am 29.12.2014 um 14.18 Uhr

¹⁰⁸ s. <http://bit.ly/1EB9RD7>, Description, Abschnitt Additional Features, Punkt File Storage

¹⁰⁹ s. <http://bit.ly/1EB9RD7>, Technical Specifications, Abschnitt Capture & Streaming

¹¹⁰ s. <http://bit.ly/1EB9RD7>, Technical Specifications, Abschnitt Capture & Streaming

¹¹¹ Datenblatt s. <http://bit.ly/1BjCkK6>

¹¹² <http://bit.ly/1AdLjvO>, aufgerufen am 29.12.2014 um 14.52 Uhr

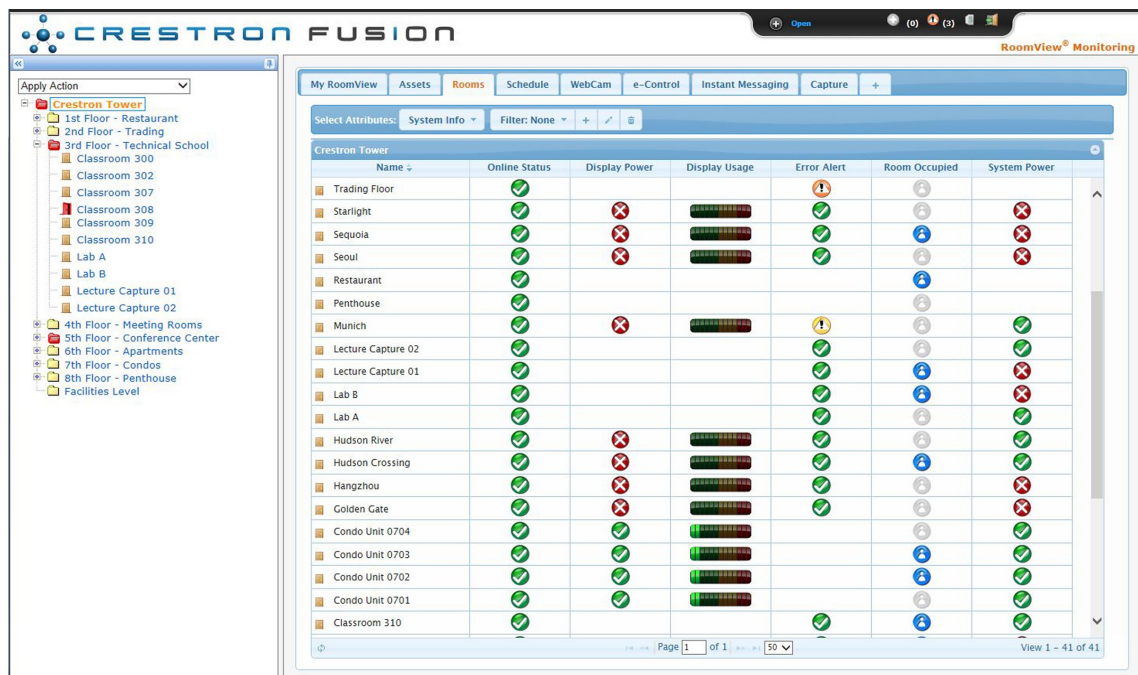


Abbildung 42: Beispielhafte Darstellung einer Raumübersicht in Fusion, Quelle: Crestron, 2014

Fusion bietet die Möglichkeit zu jedem Gerät Daten wie Seriennummer, Hersteller, Herstellungsjahr oder letzte Wartung sowie Dokumente wie Bedienungsanleitungen zu hinterlegen. Weiter kann der Gerätestatus inklusive eventuell aufgetretener Fehler dargestellt werden. Auch der Status der Anlage kann jederzeit nachvollzogen werden. Zudem können hinter jedem Symbol ausführbare Funktionen hinterlegt sein, die beim Anklicken ausgelöst werden. So ist es z.B. möglich die ganze Anlage oder nur ein Gerät (z.B. Projektor) ein- bzw. auszuschalten. Über den integrierten Kalender können Aufzeichnungen geplant und automatisiert gestartet und angehalten werden. Ebenso kann eine zeitgesteuerte An- und Abschaltung der Anlage realisiert werden.

6 Anpassungsmöglichkeiten der Anlage

Die Anlage bildet wie zuvor bereits erwähnt, verschiedene Nutzungsmöglichkeiten ab. Daher ist der Anlagenplan als Muster für ähnliche Installationen zu verstehen. Er bietet an verschiedenen Stellen die Möglichkeit, weitere Kundenwünsche mit einzubeziehen. Nachfolgend sind beispielhaft einmal mögliche Anpassungen bzw. Erweiterungen kurz erläutert.

Am Rednerpult ist momentan der Anschluss des benötigten Kabels direkt am Transmitter geplant. Anschlusskabel können aber auch über einen Kabeldurchlass der Connect it- Serie (mit oder ohne Kabeleinzug) zur Verfügung gestellt werden. Das kann besonders sinnvoll sein, wenn der Kunde viel Wert auf Optik legt.



Abbildung 43: Kabeldurchlass Crestron Connect it- Serie,
Quelle: Crestron, 2014

Bei größeren Konferenzen wird ein Anschlussfeld mit Transmitter am Konferenztisch nicht reichen. Es können jederzeit weitere Transmitter mit oder ohne Anschlussfeld eingebunden werden. Bei mehr als zwei DigitalMedia™- Transmitter gibt es mehrere Möglichkeiten die Signale zu routen:

Variante 1 benötigt freie HDMI- Eingänge an der DMPS3-300-C. Für die zusätzlichen Transmitter wird jeweils ein DigitalMedia™ Card Interface (DMCI) mit der Steckkarte DMC-C benötigt. Die Steckkarte ist ein DigitalMedia™- Receiver. Die Karte hat als Ausgang HDMI. Dieser kann mit einem der fünf HDMI- Eingänge der DMPS verbunden werden. Auch eine Stromversorgung des Transmitter über PoDM ist möglich. Dazu muss der PoE- Port der Steckkarte mit einem entsprechenden Netzwerkgerät verbunden werden. Das DMCI wird über das crestroneigene Bussystem Cresnet mit Strom versorgt.



Abbildung 44: DigitalMedia™ Card Interface mit DigitalMedia™ Card- CAT,

Quelle: Crestron/eigene Darstellung, 2014

Variante 2 verzichtet auf die DMPS als Zentraleinheit. Eingesetzt wird eine Kombination aus einer reinen Steuerung der 3er- Serie (z.B. CP3N) und einer DigitalMedia™- Matrix (DM-MD8x8, DM-MD16x16, DM-MD32x32, DM-MD64x64 oder DM-MD128x128). Die Matrix wird mit Steckkarten bestückt, die die Eingangs- und Ausgangsschnittstellen nach Anforderung zur Verfügung stellen. Die Stromversorgung der DigitalMedia™- Transmitter und Receiver (sofern unterstützt) über PoDM ist möglich. Ein Routing der Signale wird über das Panel auf der Vorderseite der Matrix oder über die Steuerung der 3er- Serie (Kommunikation über Ethernet) realisiert.



Abbildung 45: DigitalMedia- Matrix DM-MD16x16 (beispielhafte Bestückung),

Quelle: Crestron/eigene Darstellung, 2014

Im oberen Teil wurden Möglichkeiten geschildert, die Anlage zu erweitern. Für kleinere Installationen z.B. in einem kleinen Hörsaal oder Seminarraum ist die beschriebene Anlage aus dieser Arbeit aber zu groß. Das System kann ebenfalls verkleinert werden. Für einen Seminarraum z.B. genügt es unter Umständen ein Anschlussfeld mit einem Transmitter zu haben. Das Signal wird über die Zentraleinheit auf das Wiedergabegerät weitergegeben. Eine Signalauswahl am Eingang kann direkt am Transmitter vorgenommen werden, aber auch, wie in der Arbeit unter Punkt 5.1.2 beschrieben, über ein Touchpanel oder der App erfolgen. Andererseits kann eine Signalauswahl auch automatisch ausgeführt werden, sofern nur eine Quelle angeschlossen wird. In diesem Fall könnte auf die Zentraleinheit verzichtet werden. Das Signal würde direkt auf den

DigitalMedia™- Receiver gehen und dargestellt werden. Die Stromversorgung des Transmitters über PoDM übernimmt der Receiver, da er über ein externes Stecker-netzteil verfügt.

Soll bei einer kleinen Installation wie zuvor beschrieben die Veranstaltung (Vorlesung, Seminar, o.ä.) aufgezeichnet werden, genügt häufig eine Kamera. In diesem Fall wird die Kamera direkt auf das Capture HD Pro- System aufgesteckt. Das Signal der Präsentationsquelle wird dem Aufzeichnungsgerät über HDMI von der Zentraleinheit oder, im Fall das es diese nicht gibt, von einem zweiten DigitalMedia™- Receiver (z.B. DM-RMC-100-C) zugespielt. Beide Signale können über die PIP- Funktion des Capture HD- Systems in einem Bild angeordnet und aufgezeichnet oder gestreamt werden. Bei einer solch kleinen Installation sind die Komponenten meist im selben Raum wie der Vortragende. Hier besteht die Möglichkeit, dass der Dozent lokal am Gerät die Aufzeichnung startet und diese auf sein eigenes USB- Gerät abspeichert.

Zu Beginn des Jahres 2015 erweiterte Crestron sein Angebot an 4k-fähigen Produkten u.a. um ein 4k- Präsentationssystem. Damit ist es erstmals möglich, ohne Konvertierung ein 4k- Signal einzuspeisen, zu routen und darzustellen. Die in dieser Arbeit beschriebene Anlage ist bereits in weiten Teilen 4k- fähig. Schwachpunkte sind die Kameras, der Bildmischer und der Projektor. Der Autor geht davon aus, dass es in naher Zukunft 4k-fähige Nachfolgemodelle geben wird, die eine vollständige 4k-Signalkette erlauben. Eine medientechnische 4k-Signalkette von Crestron könnte heute schon z.B. in einem Seminarraum folgendermaßen realisiert werden: DM-TX-4k-100-C-1G → DMPS3-4k-150-C → DM-RMC-4k-Scaler-C.

7 Kosten

Eine große Rolle spielt auch hier der finanzielle Aspekt. Die Gesamtkosten für eine derartige Anlage setzen sich aus den Kosten für die Geräte und aus den Kosten für die Dienstleistungen Planung, Programmierung, Montage und Inbetriebnahme zusammen. Eine grobe Kostenschätzung ist in nachfolgender Tabelle anhand von aktuellen Gerätepreisen (Stand 1/2015) und Dienstleistungskosten (ohne Reise- und Übernachtungskosten) vorgenommen. Zu beachten ist allerdings, dass Artikel wie Verbindungskabel, Multimediaadapter u.ä. in der Schätzung nicht enthalten sind. Außerdem fallen u.U. weitere Kosten für die Einbindung der Gebäudesteuerung (Licht, Jalousie, Klima) in Form von zusätzlichen Schnittstellenmodulen, Steuerungsprozessoren und/oder Mechaniken wie Motoren z.B. für Jalousien, an. Bei einem großen Projekt, wie es diese Anlage darstellt, sind Projektpreise möglich. Das würde wiederum die Kosten senken.

Pos.	Hersteller	Artikelbezeichnung	Einzelpreis	Stk.	Gesamtpreis inkl. Mwst.
		Zentralkomponenten			
1	Crestron	Medientechnikpaket	41.541,00 € ¹¹³		49.433,79 €
		Beschallung			
2	JBL	EON 305	253,00 € ¹¹⁴	2	506,00 €
3	BiAmp	Nexia CS	ab 2500,00 € ¹¹⁵	1	2500,00 €
4	AUDAC	SMA 350	654,00 € ¹¹⁶	1	654,00 €
		Mikrofone			
5	Milenium	SP 31	29,90 € ¹¹⁷	4	119,60 €
6	Sennheiser	ew135 G3	599,00 € ¹¹⁸	1	599,00 €

¹¹³Angebot s. Anlage 3

Angebot erstellt von Tobias Südhoff am 16.01.2015, Crestron Germany GmbH, NL Hamburg

¹¹⁴Thomann (2015): <http://bit.ly/1CjwnLa>, aufgerufen am 17.01.2015 um 14.53 Uhr

¹¹⁵Aussage von Martin Maurer (prodyTel), Frankfurt / Main am 10.11.2014

¹¹⁶Adam Hall (2015): <http://bit.ly/1yoZyPN>, aufgerufen am 17.01.2015 um 14.57 Uhr

¹¹⁷Thomann (2015): <http://bit.ly/1DNmk5q>, aufgerufen am 17.01.2015 um 14.58 Uhr

¹¹⁸Thomann (2015): <http://bit.ly/1Czt8zN>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.02 Uhr

7	Sennheiser	ew1 G3	599,00 € ¹¹⁹	2	1198,00 €
8	Sennheiser	A2003	298,00 € ¹²⁰	3	894,00 €
		Medienrack			
9	Rack	19" Rack, 12 HE z.B. K&M	169,00 € ¹²¹	1	169,00 €
10	Stromleiste	19" Schukoleiste z.B. K&M	63,00 € ¹²²	1	63,00 €
11	Gude	EPC-8212	308,21 € ¹²³	1	308,42 €
12	Gude	RS-232- Adapterkabel	10,71 € ¹²⁴	1	10,71 €
13	Kabel	Kaltgerätekabel für Gude	3,33 € ¹²⁵	4	13,32 €
14	Technisat	Technibox K1 CSP	129,99 € ¹²⁶	1	129,99 €
15	NewHank	BDP-620	268,00 € ¹²⁷	1	268,00 €
16	Tascam	CD-200SB	449,00 € ¹²⁸	1	449,00 €
17	PC	PC mit Bluetooth- Schnittstelle und Microsoft Office	ab 500,00 €	1	500,00 €
		Projektion			
18	EIKI	EIP-HDT30 (ohne Objektiv)	11.056,09 € ¹²⁹	1	11.056,09 €
19	EIKI	AH-43007T (Objektiv)	5.900 € ¹³⁰	1	5.900 €
		Kamera und Regietechnik			
20	Panasonic	AW-HE120	6.690,00€ ¹³¹	3	20.070,00 €
21	Panasonic	AW-RP50	1.890,00 € ¹³²	1	1.890,00 €

119 Thomann (2015): <http://bit.ly/1CztoPt>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.05 Uhr

120 Thomann (2015): <http://bit.ly/17Tx9G3>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.06 Uhr

121 Thomann (2015): <http://bit.ly/1xeAdSR>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.10 Uhr

122 Thomann (2015): <http://bit.ly/1xBrrNw>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.17 Uhr

123 KVM-Switch Versand GmbH (2015): <http://bit.ly/1Eaitwl>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.20 Uhr

124 KVM-Switch Versand GmbH (2015): <http://bit.ly/15iyO6h>, aufgerufen am 17.01.2015 um 16.08 Uhr

125 KVM-Switch Versand GmbH (2015): <http://bit.ly/17TIggy>, aufgerufen am 17.01.2015 um 16.11 Uhr

126 Technisat (2015): <http://bit.ly/17E2AnB>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.22 Uhr

127 NewHank (2015): <http://bit.ly/1xtqEoz>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.25 Uhr

128 Thomann (2015): <http://bit.ly/1EajvZs>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.27 Uhr

129 Beamershop24.net (2015): <http://bit.ly/1BlaVlk>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.43 Uhr

130 Beamershop24.net (2015): <http://bit.ly/1uchqMv>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.45 Uhr

131 Teltec (2015): <http://bit.ly/1GdiDlj>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.47 Uhr

22	Roland	VR-50HD	6.998,00 € ¹³³	1	6.998,00 €
23	Monitor	z.B. Samsung S24 D340H	139,00 € ¹³⁴	2	278,00 €
24	Laut- sprecher	z.B. JBL Control 1 Pro	138,00 € ¹³⁵	1	138,00 €
					<u>104.145,92 €</u>
		<i>Dienstleistungen</i>			
25	Montage	Monteur 1	320,00 €/Tag	10	3.200,00 €
26	Montage	Monteur 2	320,00 €/Tag	10	3.200,00 €
27	Planung	Projektingenieur	440,00 €/Tag	5	2.200,00€
28	Program- mierung	Programmierer/Projektingenieur	440,00 €/Tag	5	2.200,00 €
29	Inbetrieb- nahme	Projektingenieur	440,00 €/Tag	2	880,00 €
					<u>11.680,00 €</u>
		Gesamtpreis			<u>115.825,92 €</u>

132 Teltec (2015): <http://bit.ly/1xBxwtj>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.48 Uhr

133 Thomann (2015): <http://bit.ly/14NT8Mk>, aufgerufen am 17.01.2015 um 15.50 Uhr

134 Saturn (2015): <http://bit.ly/1ypbllr>, aufgerufen am 17.01.2015 um 16.03 Uhr

135 Thomann (2015): <http://bit.ly/1ypceGy>, aufgerufen am 17.01.2015 um 16.05 Uhr

8 Zusammenfassung

Abschließend sollen einmal die wichtigsten Kernpunkte des hier beschriebenen medientechnischen Systems zusammengefasst dargestellt werden.

Die in den vorangegangenen Kapiteln erläuterte Anlage ist ein multifunktionales System. Es bildet u.a. die Nutzungsszenarien Präsentation, Vorlesung und Konferenz ab.

Das System verknüpft Medientechnik mit Elementen der Broadcastwelt. Veranstaltungen können daher automatisiert (z.B. bei Vorlesungen) oder manuell durch eine Regiebesatzung aufgezeichnet und verbreitet werden.

Die Anlage ist skalierbar. Sie kann einfach erweitert, aber auch verkleinert werden. Damit ist sie weitestgehend jedem Raum und jeder Kundensituation anpassbar.

Durch die Nutzung der Technologien HDMI und HDBaseT ist die Anlage zukunftsicher. Verknüpft mit der neuen 4K- Produktpalette des in dieser Arbeit genutzten Herstellers von Medientechnik, ist auch die Eingabe und Darstellung von Inhalten mit Auflösungen größer Full HD realisierbar.

Das System ist Multiformatfähig. Transmitter stellen Schnittstellen für PC's aller Betriebssysteme zur Verfügung. Die Integration älterer Komponenten ist durch die Bereitstellung von Schnittstellen für Composite-, Y/C- oder VGA- Signalen problemlos möglich. Über Adapterlösungen können ebenfalls Geräte mit dem veralteten Anschlusstyp Scart verwendet werden.

Eine Steuerung von externen Geräten (z.B. Blu-ray- Player) über diverse Steuerschnittstellen der Zentraltechnik (z.B. Infrarot, RS-232 oder CEC) ist gegeben. Auch die zusätzliche Bedienung der Raumfunktionen (Licht, Motoren, usw.) kann integriert werden.

Die Verwendung der Anlage wird durch die Nutzung von grafischen Oberflächen mit Touchfunktionen vereinfacht, die fast jedem vom eigenen Smartphone bekannt sind. Eine mobile Steuerung über die App ermöglicht eine flexible Präsentation.

Über eine Monitoringsoftware lassen sich diverse Supportfunktionen realisieren und der Systemstatus transparent darstellen. Damit ist es Supportmitarbeitern möglich, bei Problemen schnell zu reagieren und dem Anlagennutzer zu helfen.

Literaturverzeichnis

ANDREAS VOGEL / PETER EFFENBERG (2009): Handbuch HD-Produktion, Berlin, Fachverlag Schiele & Schön GmbH

CRESTRON ELECTRONICS INC.: FlipTop- Konfigurator unter http://www.crestron.com/resources/system_design_resources/product_configuration_tools/fliptops/FT-TS600_Configurator/

CRESTRON ELECTRONICS INC. (2012): HDCP management. The key to a fully-operational VTC or meeting room. (http://www.crestron.com/downloads/pdf/product_misc/DMPS_HDCP_White_Paper.pdf)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite AUD-EXT (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=AUD-EXT)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite Capture HD (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=CAPTURE-HD)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite Crestron App (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=CRESTRON-APP)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite DM-MD16x16 (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=DM-MD16X16)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite DM-RMC-Scaler-C (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=DM-RMC-SCALER-C)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite DM-TX-401-C (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=DM-TX-401-C)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite DMC-C (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=DMC-C)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite DMCI (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=DMCI)

COMPUTERBILD.DE: HDMI- Versionen im Überblick (<http://www.computerbild.de/fotos/HDMI-Versionen-im-ueberblick-5692842.html#1>)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite DMPS3-300-C (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=DMPS3-300-C)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite FT-600 (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=FT-600)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite Fusion RV (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=SW-FUSION-RV)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite HD-EXT4-C (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=HD-EXT4-C)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite MP-WP181-C (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=MP-WP181-C)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite MPC-M25 (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=MPC-M25)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite TSW-1050 (http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=TSW-1050)

CRESTRON ELECTRONICS INC.: Produktseite TT-111 Connect it- Kabeldurchlass ([http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=TT-100\)?cat=1066&subcat=1543&id=2497](http://www.crestron.com/resources/product_and_programming_resources/catalogs_and_brochures/online_catalog/default.asp?jump=1&model=TT-100)?cat=1066&subcat=1543&id=2497))

CRESTRON GERMANY GMBH (2014): Endkundenbroschüre Crestron DigitalMedia (http://www.crestron.de/downloads/Endkundenbroschuere_DigitalMedia.pdf)

CRESTRON GERMANY GMBH: Produktseite CG-MP-WP Bodentankbecher (http://www.crestron.de/?option=com_crestron&view=product&cid%5B%5D=1565)

CRESTRON GERMANY GMBH: Produktseite Capture HD Pro ([http://crestron.de/component/crestron/?option=com_crestron&view=product&cid\[\]=1675](http://crestron.de/component/crestron/?option=com_crestron&view=product&cid[]=1675))

DIGITAL CONTENT PROTECTION LLC (2006): High-bandwidth Digital Content Protection System. Rev. 1.3 (http://www.digital-cp.com/files/static_page_files/8006F925-129D-4C12-C87899B5A76EF5C3/HDCP_Specification%20Rev1_3.pdf), Beaverton

DREES & SOMMER (2013): Projektausschreibung Bau 1: Auditorium LaRoche Basel. Anlage zur Ausschreibung: S01.02_Medientechnik Roche.pdf

ELEKTRONIK-KOMPENDIUM.DE: Power over Ethernet (<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0807021.htm>)

ERBEN ELEKTRONISCHE MEDIEN (2014): Projektausschreibung Gesundheitscampus NRW. Anlage zur Ausschreibung: 1902-1 LV2 Gesundheitscampus NRW lb01 140108.pdf, Iserlohn

EUROPEAN BROADCASTING UNION (2010): EBU – TECH 3299. High Definition (HD)-Image Formats for Television Production (<https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3299.pdf>), Genf

EUROPEAN BROADCASTING UNION (2011): Technical Report 002. Advice on the use of 3 Gbit/s HD-SDI interfaces (<https://tech.ebu.ch/docs/techreports/tr002.pdf>), Genf

EXTRON ELECTRONICS (2009): ExtroNews 20.3. Understanding EDID - Extended Display Identification Data (<http://www.extron.com/download/files/extronews/understandingedid.pdf>), Anaheim

HDBASET ALLIANCE (2011): HDBaseT. Single Cable Solution provides 5Play convergence for commercial installers (http://www.valens.com/assets/docs/1_0411%20HDBaseT_5Play%20Convergence%20for%20Commercial%20Installers_Whitepaper.pdf), Beaverton

HDMI.ORG: Berlin, Pressemitteilung vom 4.9.2013: HDMI Forum releases version 2.0 of the HDMI specification, (http://www.hdmi.org/press/press_release.aspx?prid=133)

HDMI.ORG: FAQ for HDMI (<http://www.hdmi.org/learningcenter/faq.aspx#12>)

HDMI.ORG: FAQ for HDMI 2.0 (http://www.hdmi.org/manufacturer/hdmi_2_0/hdmi_2_0_faq.aspx#119)

HDMI.ORG: Presse- Kit zu HDMI 1.4 aus 2009 (http://www.hdmi.org/download/press_kit/PressBriefing_HDMI1_4_FINAL_8_0_061809.pdf)

HMPARTNER (2014): Projektausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Anlage zur Ausschreibung Harmonisierung der Medientechnik: Lastenheft Programmierung Mediensteuerung 20140429, Sonsbeck

HMPARTNER (2014): Projektausschreibung Kreditbank für Wiederaufbau. Anlage zur Ausschreibung Harmonisierung der Medientechnik: 12 Teil D - Leistungsbeschreibung 29.04.2014.docx, Sonsbeck

INGENIEURBÜRO EMTEC GMBH (2014): Projektausschreibung Leuphana Universität Lüneburg. Anlage zur Ausschreibung: VE 4-45-02_Leistungsverzeichnis.pdf, Norders-
tedt

SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS (2008): SMPTE 259M-2008. SDTV Digital Signal/Data Serial Interface, New York

SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS (2012): SMPTE 292M-2012. 1.5 Gb/s Signal/DataSerial Interface, New York

SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS (2002): SMPTE 372M. Dual Link 292M Interface for 1920 x 1080 Picture Raster, New York

SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS (2012): SMPTE 425. SMPTE Bit-Serial Interfaces at 3 Gb/s — Roadmap for the 425 Document Suite, New York

SOCIETY OF MOTION PICTURE AND TELEVISION ENGINEERS (2013): SMPTE Standards Update: 3G SDI Standards (<https://www.smpite.org/sites/default/files/2013-09-10-3GSDI-Hudson-V3-Handout.pdf>), unbekannt

SWEETWATER (2001): Ducking (<http://www.sweetwater.com/insync/ducker-ducking/>)

Anlagen

Anlage 1:	FlipTop- Konfiguration	Seite XVII
Anlage 2:	Schaltbild Roland VR-50HD	Seite XX
Anlage 3:	Auszug aus dem Crestron- Angebot Medientechnik	Seite XXI

Anlage 1: FlipTop- Konfiguration

FlipTop Configuration

**Bachelorarbeit Medientechnische Anlage**

Created: 12/23/2014

Contact Name: Sebastian Goetze
Email: s.goetze@mcil.de
Company: MCI

If you would like to use this as your purchase order, please email the PDF version to orders@crestron.com (or fax to 201-767-1905). Be sure to include all standard order information as well: Bill-To Address, Ship-To Address, Shipping Method

Actual product availability is subject to verification. Please refer to the current Crestron price list, and consult your Crestron representative, to confirm availability and pricing for each product.

FlipTop Configuration



Project Name: Bachelorarbeit Medientechnische
Anlage

Company: MCI

Created: 12/23/2014
Email: s.goetze@mcil.de

Qty	Model
1	FT-600-BALUM - FlipTop™ Basic, Brushed Aluminum
Slot	Model (Input Cards)
1	CBLR2-HD Cable Retractor for FlipTops™, HDMI®
2	CBLR2-DP-H Cable Retractor for FlipTops™, DisplayPort, Horizontal
3	CBLR2-CAT5
4	CBLR2-VGA Cable Retractor for FlipTops™, VGA
5	CBLR2-AUDIO Cable Retractor for FlipTops™, Audio
6	CBLRA-INSERT-BLANK Blank Spacer Insert for Cable Retractor Mounting Brackets
7	FTA-PWR-221 FlipTop™ AC Power Outlet Module, Single, European "Schuko", Type F
10	FTA-CP-RCA-103 FlipTop™ Connector Plate, RCA x 3

Actual product availability is subject to verification. Please refer to the current Crestron price list, and consult your Crestron representative, to confirm availability and pricing for each product.

Crestron Electronics, Inc. 15 Volvo Drive | Rockleigh, NJ 07647
201.767.3400 | Fax: 201.767.1905

Tel: 800.237.2041 /

©12/23/2014 Crestron Electronics, Inc.
Specifications, model numbers and pricing subject to change without notice.

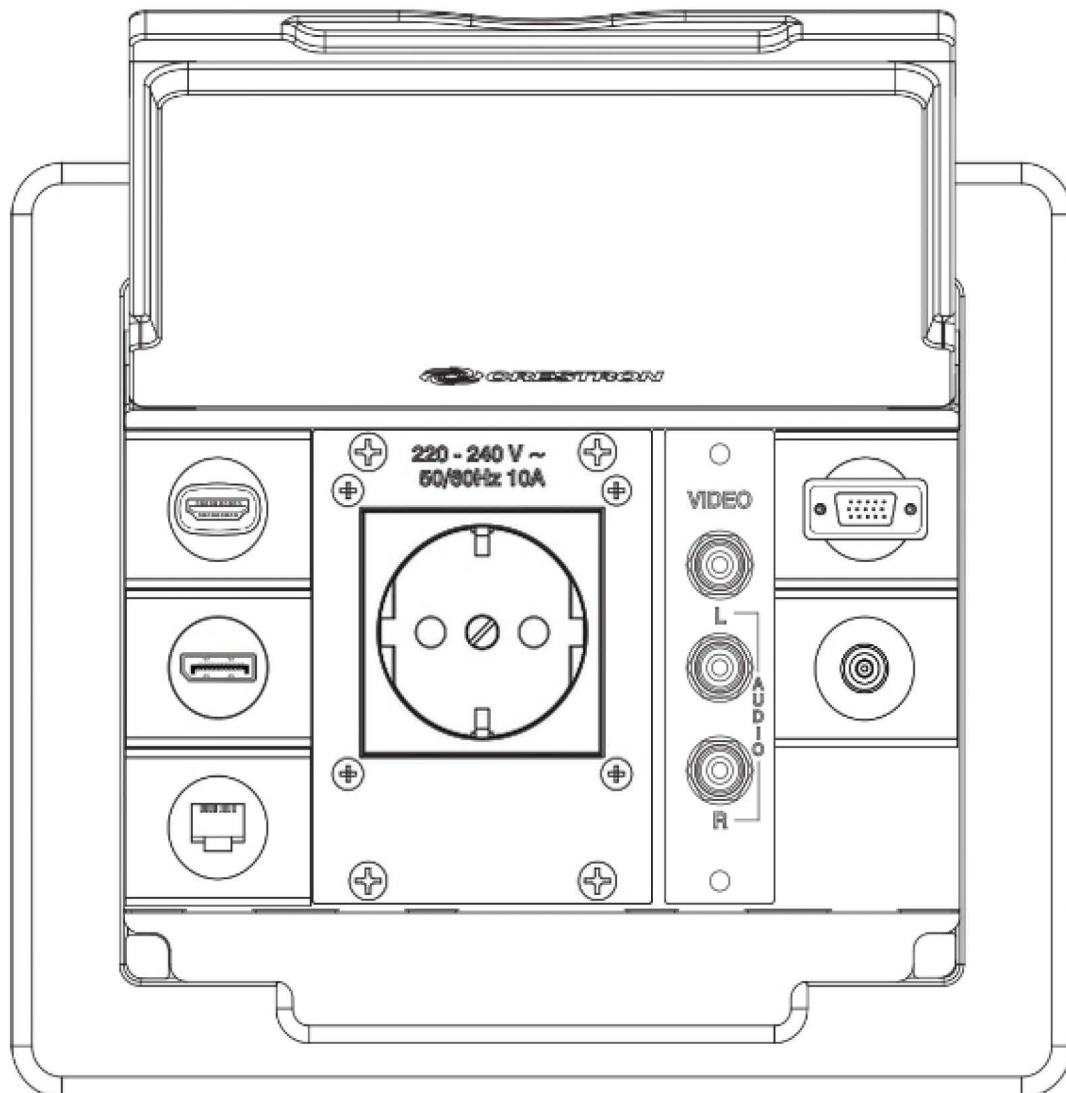
FlipTop Configuration



Project Name: Bachelorarbeit Medientechnische
Anlage

Company: MCI

Created: 12/23/2014
Email: s.goetze@mci.de



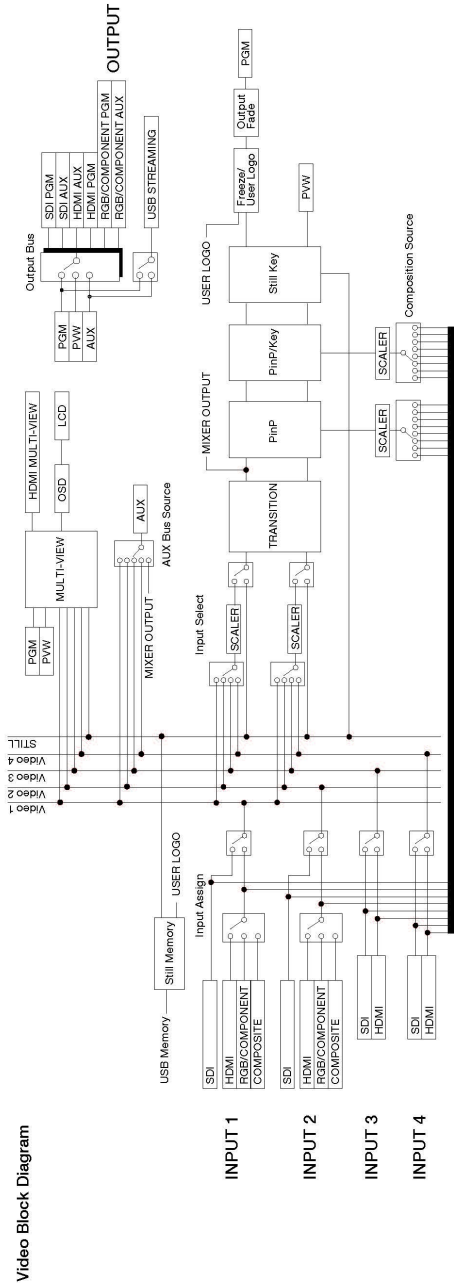
Crestron Electronics, Inc. 15 Volvo Drive | Rockleigh, NJ 07647
201.767.3400 | Fax: 201.767.1905

Tel: 800.237.2041 /

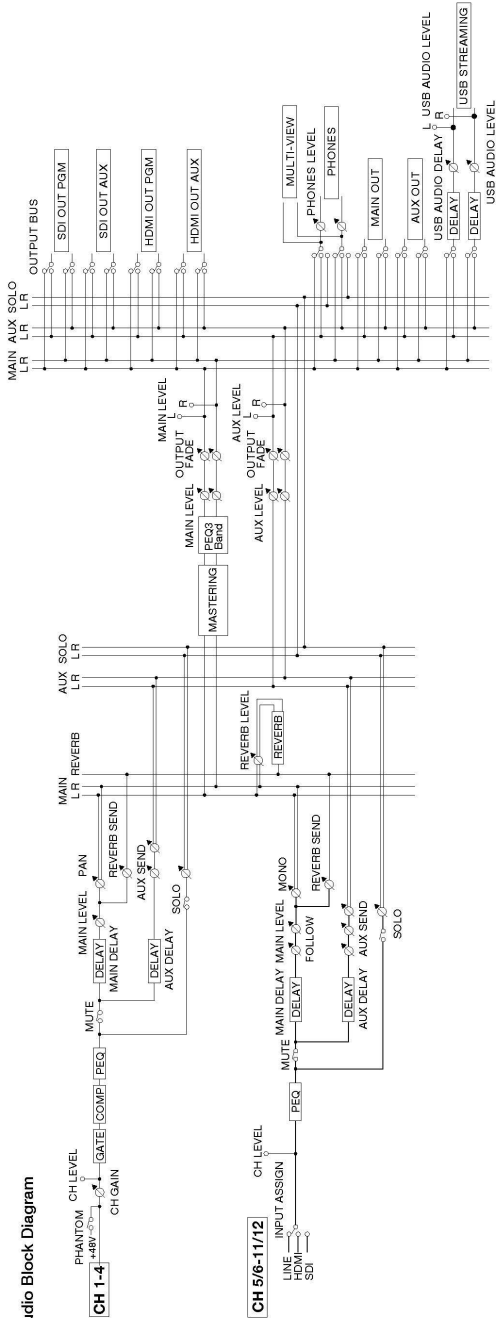
©12/23/2014 Crestron Electronics, Inc.
Specifications, model numbers and pricing subject to change without notice.

Anlage 2: Schaltbild Roland VR-50HD

VR-50HD Block Diagram



Audio Block Diagram



Anlage 3: Auszug aus dem Crestron- Angebot Medientechnik

QCGE-064919
Abschlußarbeit Sebastian Goetze



Don't Just Hope It Works
Know It Works



Crestron recommends using Crestron Certified Wire and connectors; please visit www.crestron.com/wire for more information. Additionally, if you are experienced with structured cable installation and integration practices, there are alternate DM/8G Wire solutions available from other manufacturers. However, in order to achieve proper system operation, the cable you choose must meet the minimum specifications as posted within the following link:
http://www.crestron.com/downloads/pdf/product_misc/rq_wire_spec_for_dm_8g.pdf



Crestron strongly recommends using a separate VLAN network architecture for all Crestron system ethernet/network products. This practice will allow the Crestron system to focus on the communications related to control without additional undesired interruption and delay caused by 3rd party devices that utilize high bandwidth and verbose broadcast packet transmissions. Crestron is not responsible for the design, verification and operation of IP system network/backbone communications (wired or wireless), and recommends that these services be provided by a certified specialist. For more information on IP considerations and best practices please consult the 'IP Considerations Guide for the IT Professional' at www.Crestron.com or contact your Crestron Account Manager or Technical Sales for more assistance.



Crestron Mobile applications are a convenient compliment to any Crestron Control system. If Crestron Mobile apps will be used in the system quoted, please be aware that these apps are sold separately and are available from the Apple App Store or Android Marketplace. Please contact your Crestron Account Manager or Technical Sales for additional information.



Crestron recommends designing, installing, and commissioning your DM System in adherence with the following guidelines and specifications:

- DigitalMedia and Best Practices;
- DigitalMedia Design Guide;
- Crestron HD Digital Transport & Distribution System (HD-DTDS) Specification;
- IP Considerations guide for the IT Professional.

All available at www.crestron.com/dmresources

For information on DM Certification courses offered by the Crestron Training Institute please visit www.crestron.eu/training



Always the innovator

3. Angebot

Rechnungsanschrift:

 Endkunde- JJ/ Planungsbüro-
Kostenschätzung

Delivery Address:

 Germany
Kundennummer: 105965

Germany

Vertriebsbeauftragter: Jan-Peter Jarchow

Email: jarchow@crestron.de

Angebotsnummer : QCGE-064919

Project #: CGE-PR-012735

Angebot ist gültig für: 30 Tage

Zahlungsbedingungen : 12 Tagen mit 2%/30 Tagen netto

Ihre Referenz : Abschlußarbeit Sebastian Goetze

Artikelcode	Serviceable products(*) / Contract type	Positionsnummer	Einheitspreis €	Menge	Gesamtpreis netto €
DM-TX-401-C	Ja	Zentrale Technik	1,950.00	2	3,900.00
HD-EXT4-C-B SYSTEM	Ja		1,050.00	3	3,150.00
AUD-EXT-100	Ja		315.00	1	315.00
DM-RMC-SCALER-C	Ja		1,470.00	1	1,470.00
FT-600-B	Ja		400.00	1	400.00
CBLR2-HD	Ja		473.00	1	473.00
CBLR2-DP-H	Ja		473.00	1	473.00
CBLR2-CAT5E	Ja		473.00	1	473.00
CBLR2-VGA	Ja		473.00	1	473.00
CBLR2-AUDIO	Ja		473.00	1	473.00
CBLRA-INSERT-BLANK	Nein		32.00	1	32.00
FTA-PWR-221	Nein		160.00	1	160.00
FTA-CP-RCA-103	Nein		70.00	1	70.00
TSW-1050-B-S	Ja		2,520.00	1	2,520.00
CRESTRON-APP	Nein		0.00	1	0.00
DMPS3-300-C	Ja		8,820.00	1	8,820.00
PWC-STANDARD-EU	No		0.00	1	0.00
PW-4818DU	Nein		263.00	1	263.00
PWC-STANDARD-EU	No		0.00	1	0.00
SW-FUSION-RV	Nein		5,250.00	1	5,250.00
CAPTURE-HD-PRO	Ja		6,090.00	1	6,090.00
PWC-STANDARD-EU	No		0.00	1	0.00
CEN-SW-POE-5	Ja		420.00	3	1,260.00
PWC-STANDARD-EU	No		0.00	3	0.00
BT-MP-WP181-C-B	Nein	Bodentank/ Deckenanschluß	137.00	24	3,288.00
CG-MP-WP	Nein		221.00	8	1,768.00
TT-111-B-T	Ja	Zusatz	420.00	1	420.00

 Bitte beachten Sie unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die sie am Ende des Angebotes oder unter www.crestron.de einsehen können.

Zahlungsbedingungen:

- () 12 Tage mit 2 % Skonto oder 30 Tage rein netto
- () Vorkasse mit 4 % Skonto - Lieferung bei Zahlungseingang
- () Abbuchungsauftrag mit 4 % Skonto - Abbuchung am Versandtag
- () bei Erstbestellung immer Vorkasse bzw. Abbuchung

Liefertermine: Im Regelfall wird nach Eingang eines Auftrages die Ware innerhalb von zwei Arbeitstagen der Spedition übergeben. Die Lieferung erfolgt ab 500 Euro Warenwert "frei Haus". Der gen aue Liefertermin wird Ihnen an der Auftragsbestätigung mitgeteilt. Wir behalten uns vor, bei negativer Kreditauskunft Vorkasse zu verlangen.

Quote Total 41,541.00 €
Gesamtpreis netto 41,541.00 €

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, den TT. Monat JJJJ

Vorname Nachname